de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Seminario Regional de Promoción de la Construcción de Edificaciones Seguras, Sostenibles y Saludables

Construcción de Casas Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas

Wilson E. Silva Berríos

Marzo 12, 2010

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

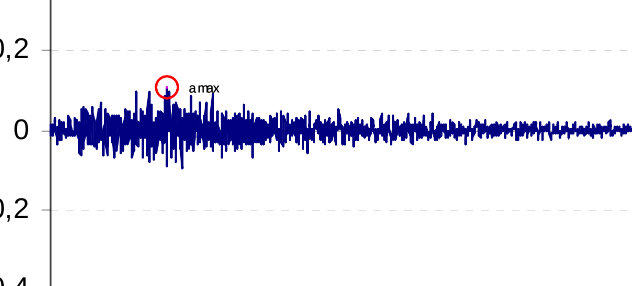
90 AÑOS

Sismos Importantes en Perú

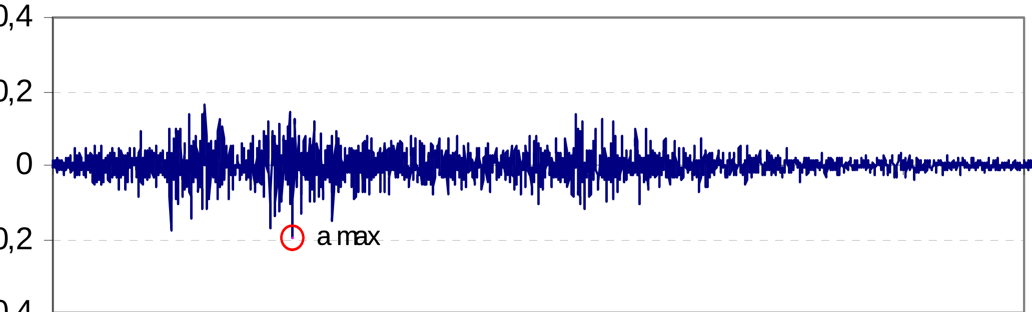
	Lima 1746	Arica 1868	Lima 1940	Lima 1966	Ancash 1970	Lima 1974	Nasca 1996	Atic 200
gnitud Ms	8,1	8,2	7,9	7,7	7,9	7,9	6,5	8,4 (Mv
ensida áxima MM	X - XI	XI	VII-VIII	VIII	VIII - IX	VIII - IX	VII	VII – V
ura de a (m) unami	15 - 20	20	3	2,5	-	1,6	-	6

Sismos Importantes en Perú

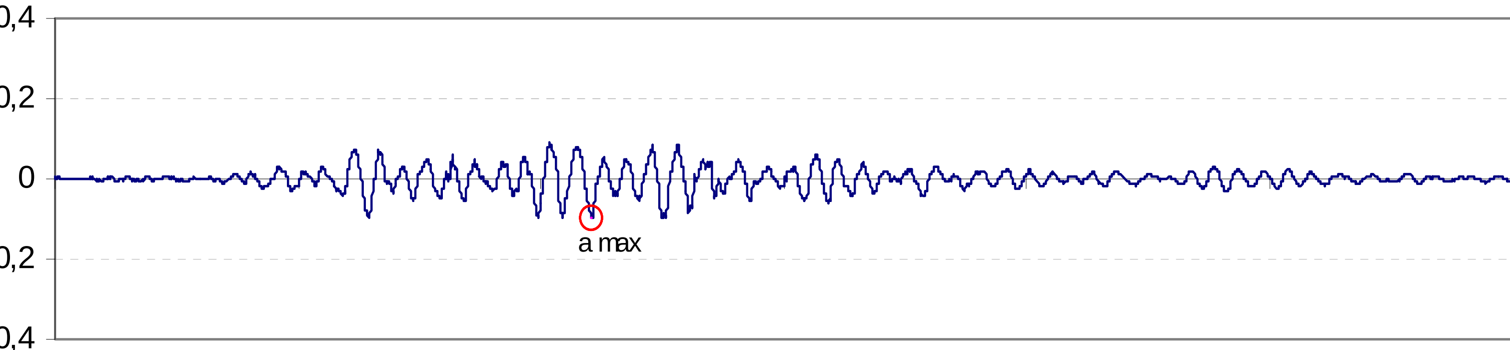
	Pisco 2007	(Ica)		???				
gnitud Ms	7,9	Mw = 8						
ensida áxima MM	VIII	V - Lima III–Cusco II-Lamb.						
G.A.	0.49 g (Parcona)	0,069 g (PUCP)	> 170 seg					



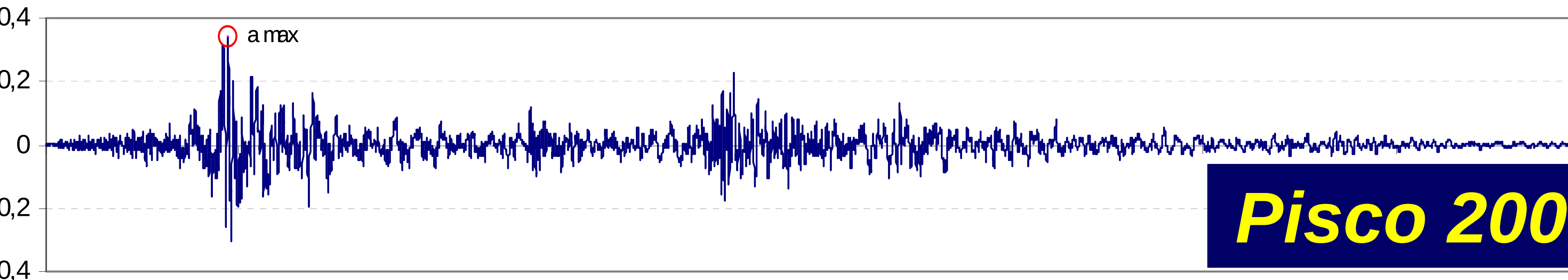
Huaraz 1970



Lima 1974

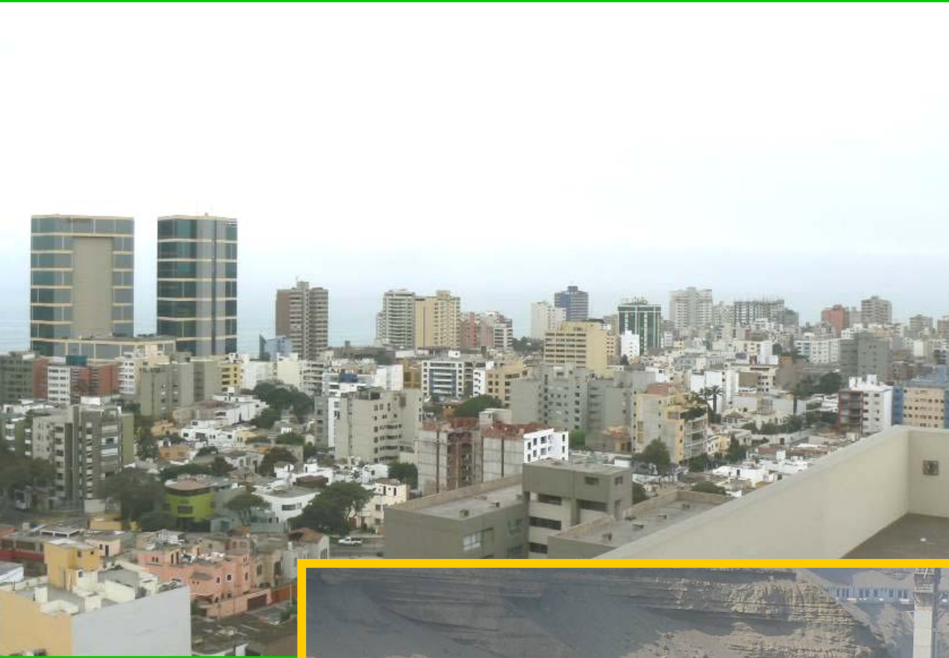


México 1985



Pisco 200

Sismo 15-08-2007, Mw = 8.0









Daño severo y extendido en construcciones de tierra

Poco daño en construcciones de albañilería y concreto



l Movimiento

en Lima

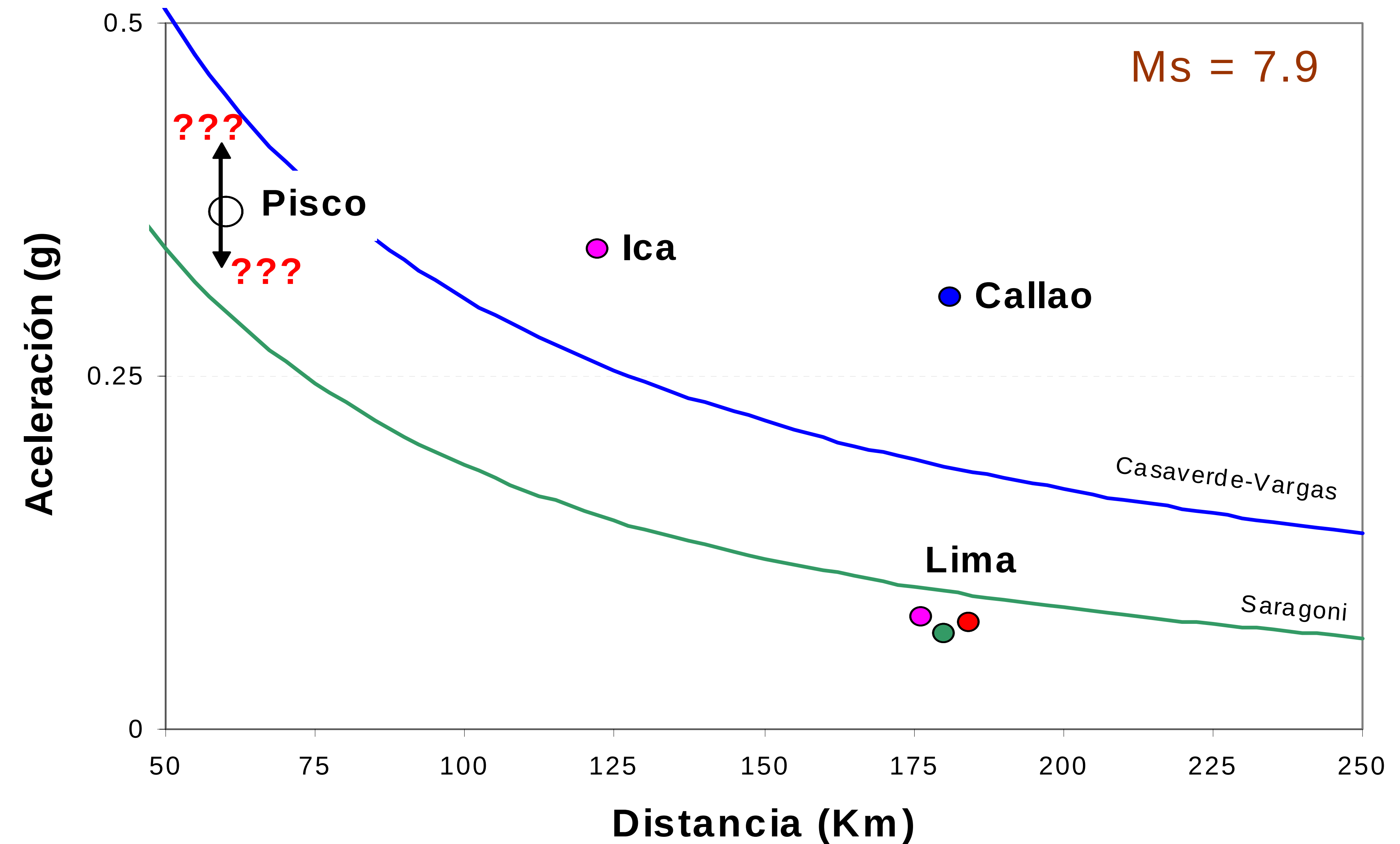
fue leve ?





en Pisco

fue fuerte ?



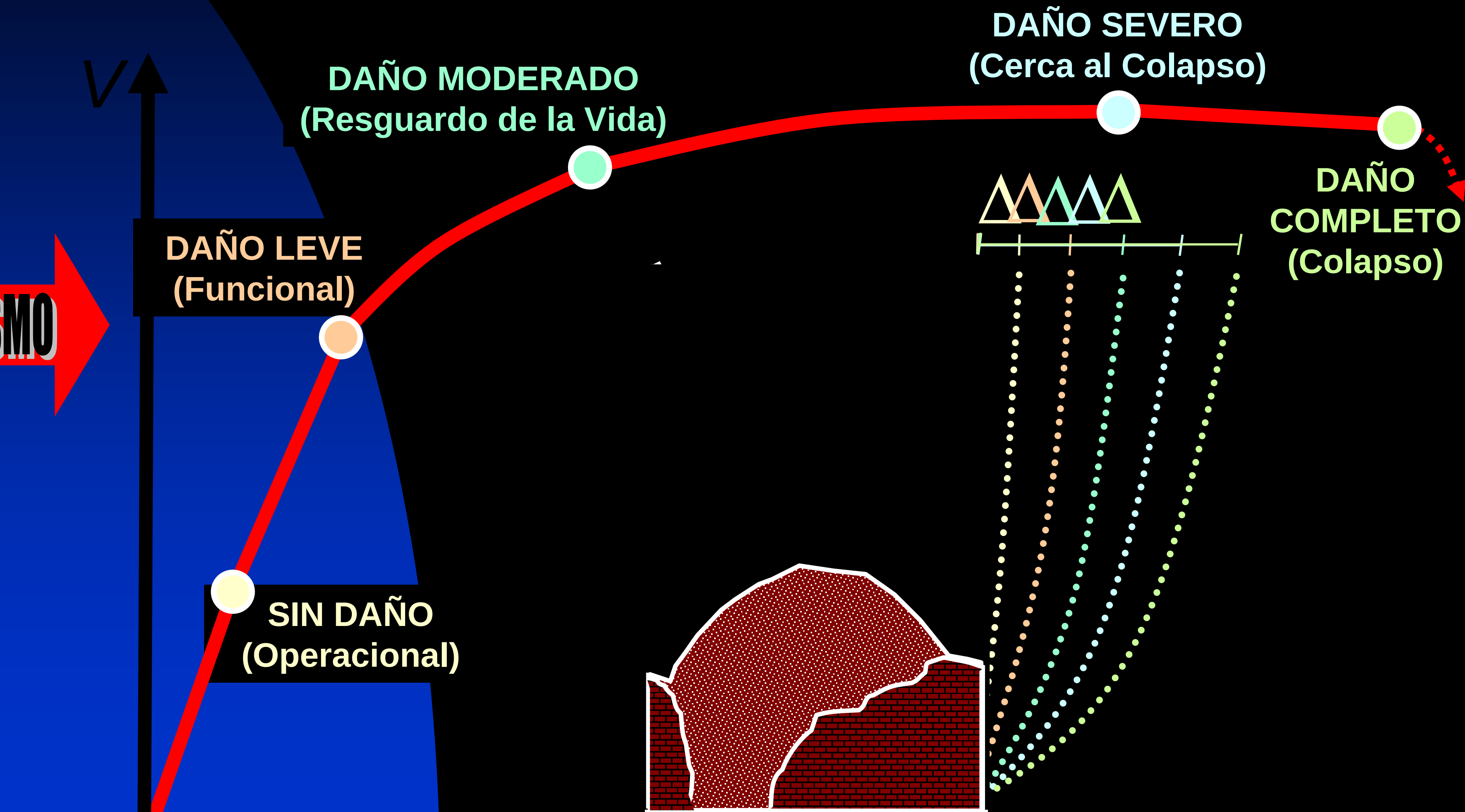
Atenuación Predecible ?

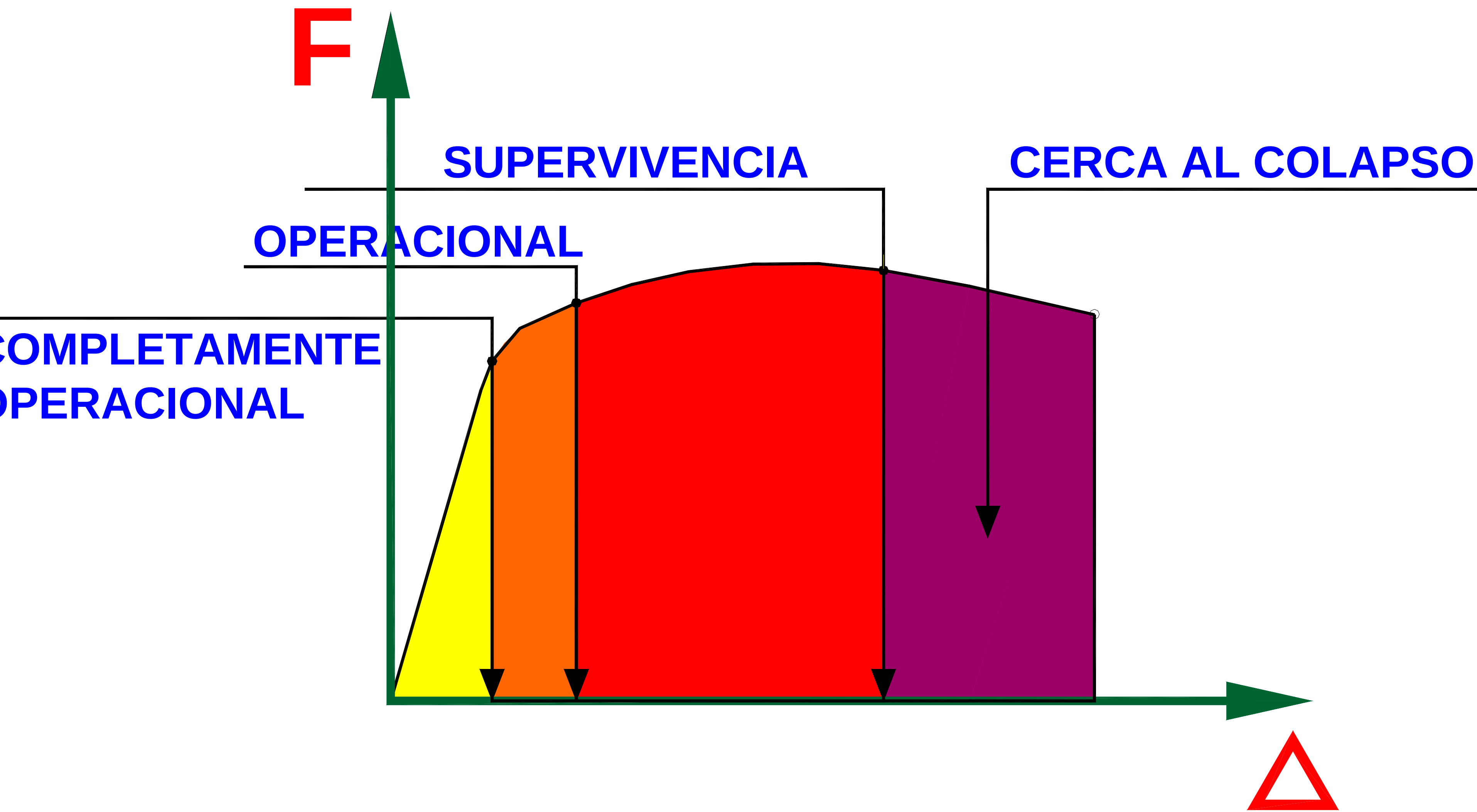
Costa Peruana

Sismo	Aceleración (g)	Daño
Frecuentes	0.2	Ninguno
Ocasionales	0.25	Muy leve
Raros	0.40	Daño importante
Muy raros	0.5	Estructura Inestable

V2000 + Sismicidad Peruana

Niveles de Desempeño





Niveles de Desempeño

Norma Peruana de Diseño Sísmico (NTE-E030)

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

COEFICIENTE SÍSMICO

$$\frac{V}{P} = \frac{ZUSC}{R}$$

R = 1: Coeficiente Sísmico Elástico

R > 1: Coeficiente Sísmico Inelástico

Zonificación Sísmica (Z)

Factor de Zona	
Zona	Z (g)
3	0.4
2	0.3
1	0.15

PGA:

Z3 = 0.4 g

Z2 = 0.3 g

Z1 = 0.15 g



COMPORTAMIENTO SÍSIMICO DE CONSTRUCCIONES DE TIERRA Y SISTEMAS DE REFORZAMIENTO DESARROLLADOS

Expositor: Wilson Silva Berríos

Piura, Marzo 12 2010

DAÑOS – REPARACION Y REFUERZO EN VIVIENDAS DE ADOBE

Parte 1 :

DAÑOS

CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

- LEVES
- MODERADOS
- GRAVES
- COLAPSO PARCIAL
- COLAPSO TOTAL

LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LAS CASAS DE ADOBE SON LOS **MUROS**: ESTOS PUEDEN DAÑARSE:

LOS **DAÑOS** EN CASAS DE ADOBE SON BÁSICAMENTE DE DOS TIPOS:

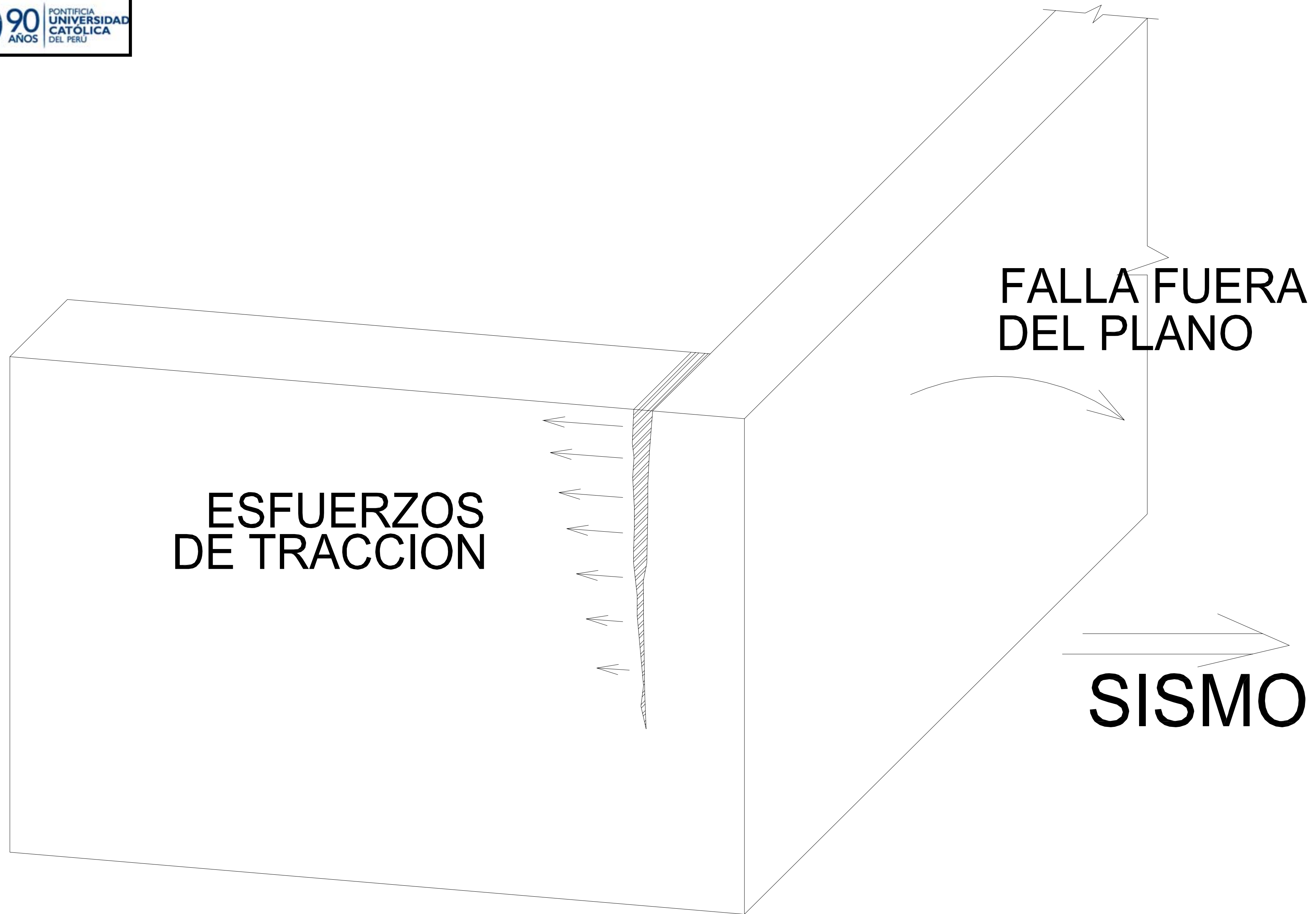
1. POR VOLTEO DEL MURO FUERA DE SU PLANO

2. POR FUERZA CORTANTE EN EL PLANO DEL MURO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

DAÑOS POR **VOLTEO**

FUERA DEL PLANO DEL MURO

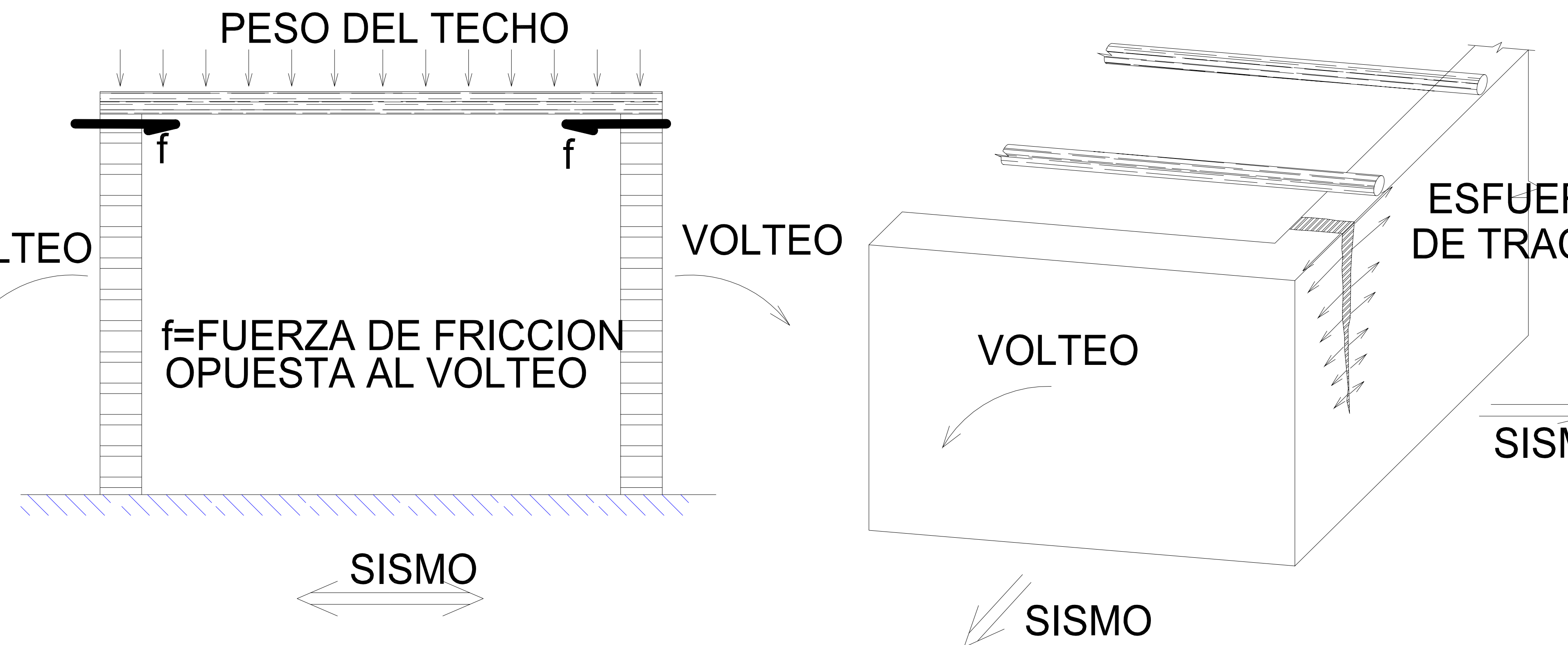

FALLA FUERA
DEL PLANO
ESFUERZOS
DE TRACCION
SISMO









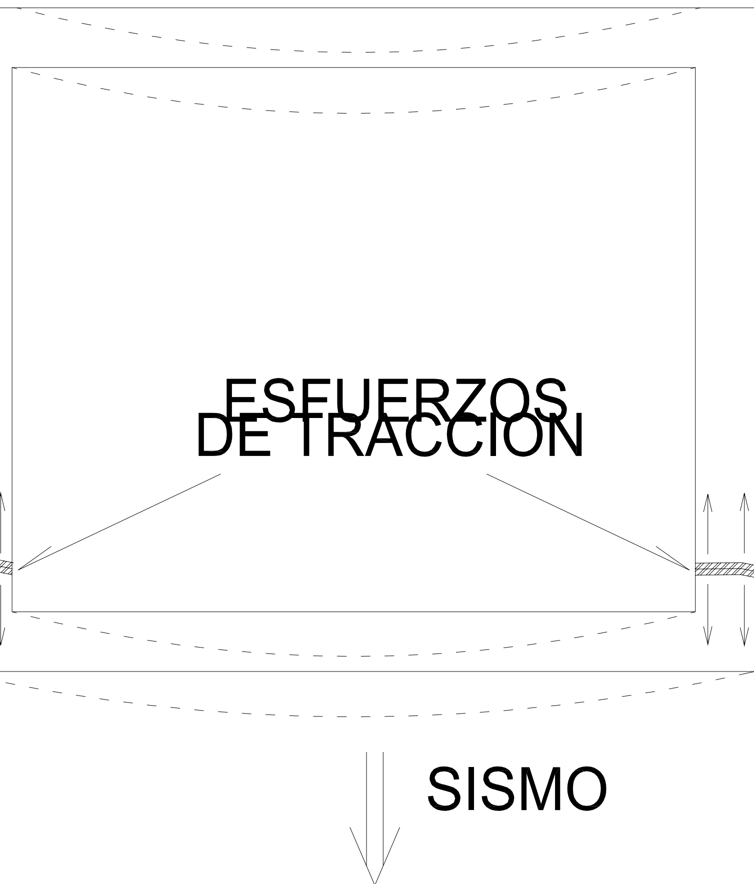

PESO DEL TECHO
f
f
LTEO
VOLTEO
f=FUERZA DE FRICCION
OPUESTA AL VOLTEO
SISMO
VOLTEO
ESFUER
DE TRAC
SISM
SISMO

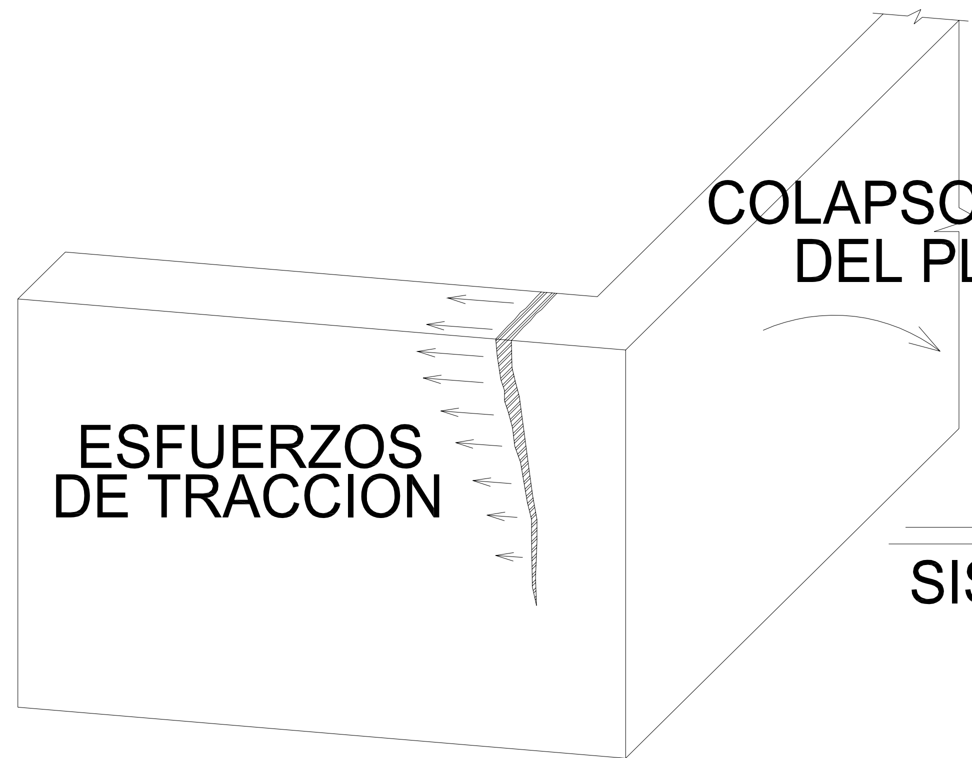

JUVENTUD Y TRABAJO
SORIA
REGIDOR
3
3
2021/08/15 14:09



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

DAÑOS EN **ESQUINAS**


PLANTA SUPERIOR
ESFUERZOS
DE TRACCION
SISMO


ESFUERZOS
DE TRACCION
COLAPSO
DEL PL
SI





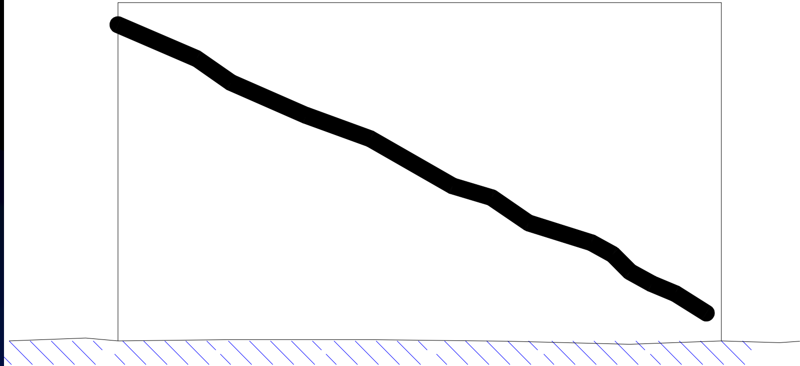
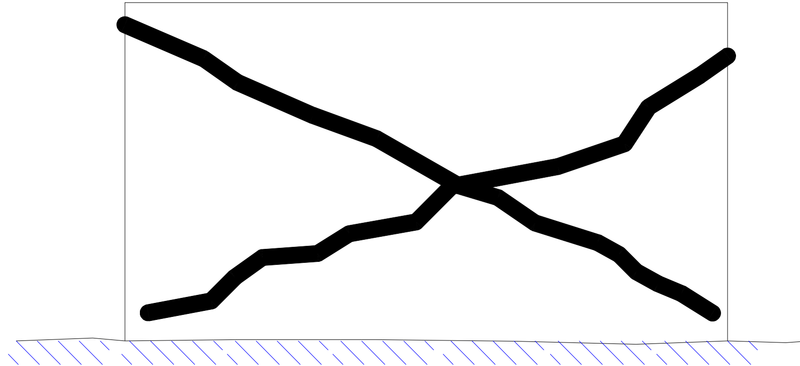
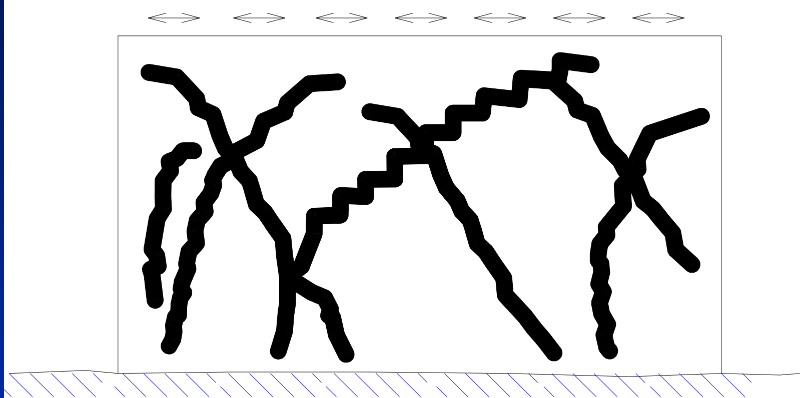
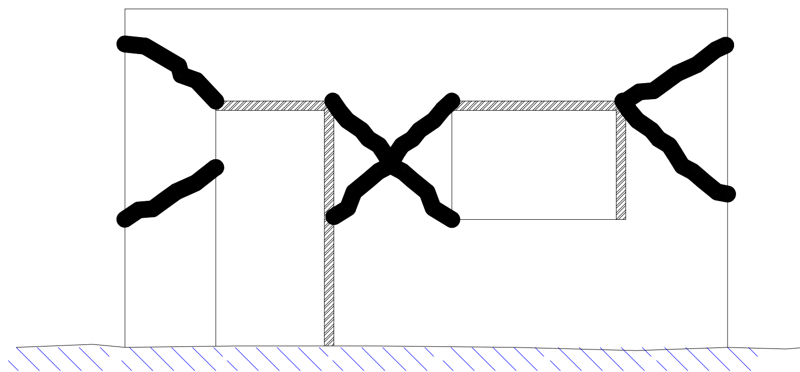
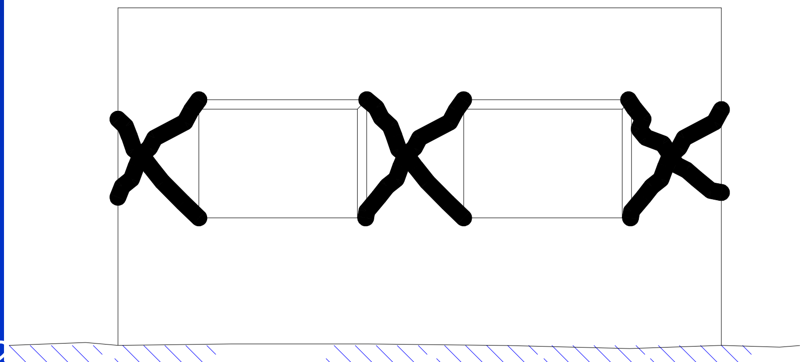
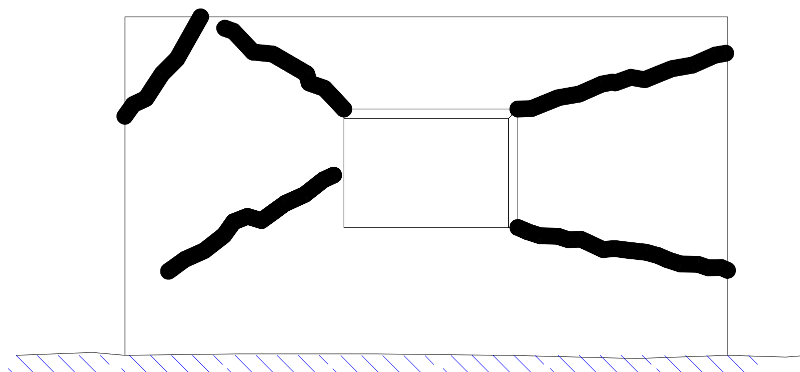




PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

DAÑOS POR

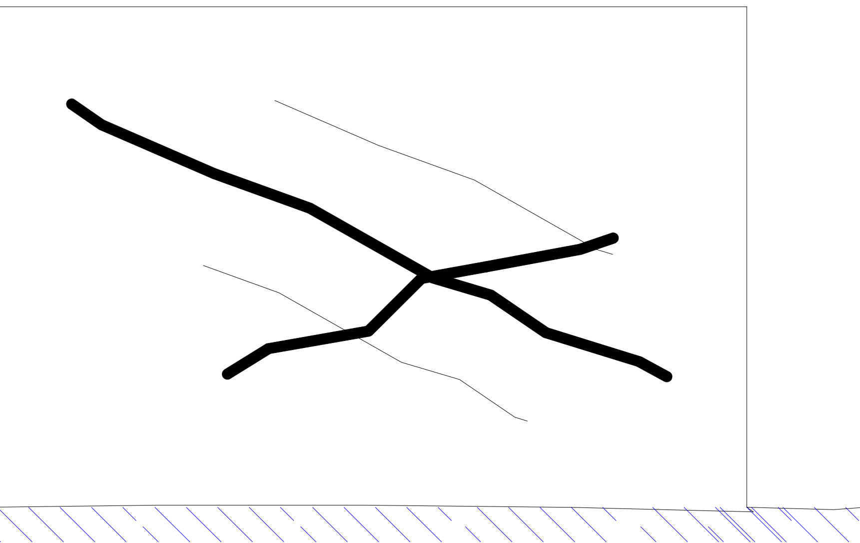
FUERZA COPLANAR EN EL MURO

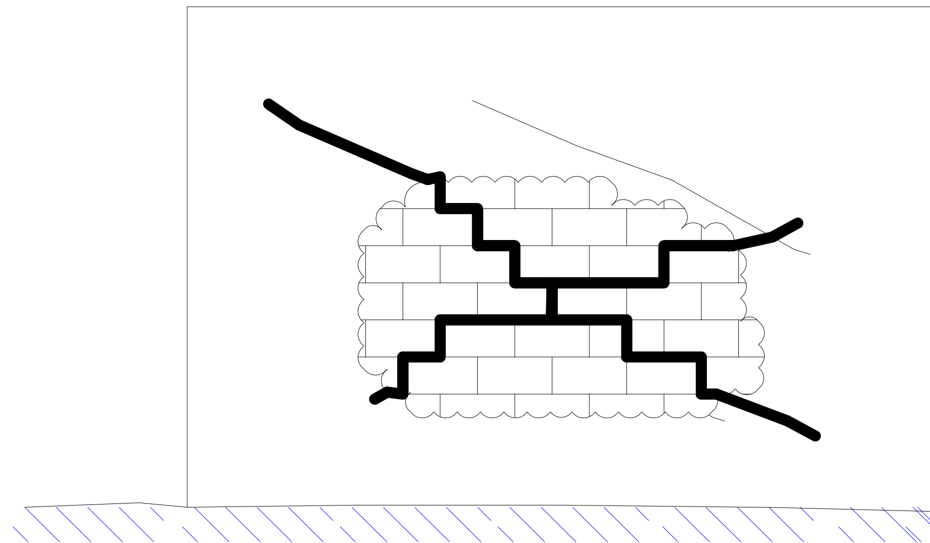



















PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

OTROS TIPOS DE **DAÑOS**




UNA VIA







ESTUDIO REALIZADOS ACERCA DE **DAÑOS** EN CASAS DE ADOBE

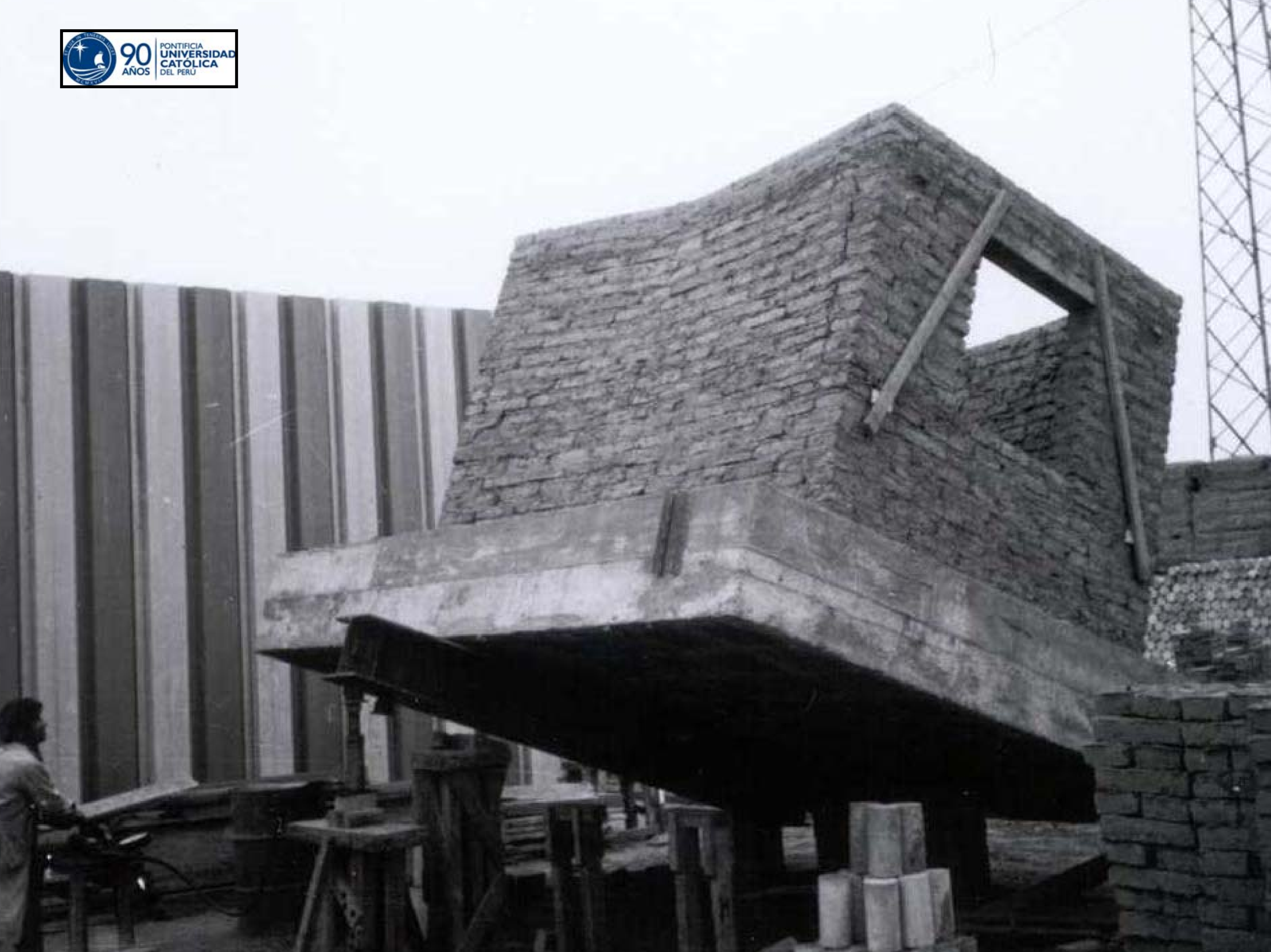
... desde los 70's a la fecha ...



90 AÑOS
PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ


5
90 AÑOS
PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ


90 AÑOS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ


90 AÑOS
PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERU


90 AÑOS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ


13

90 AÑOS PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

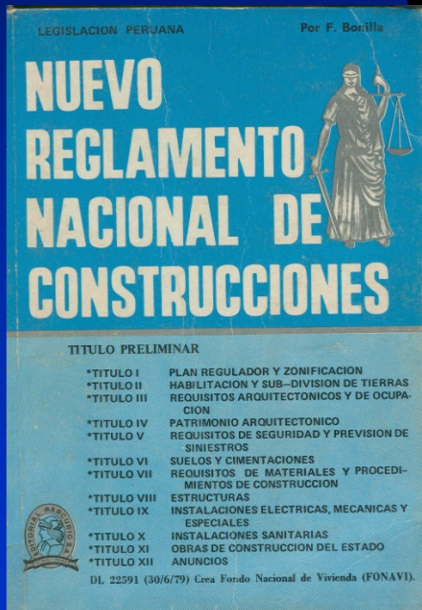
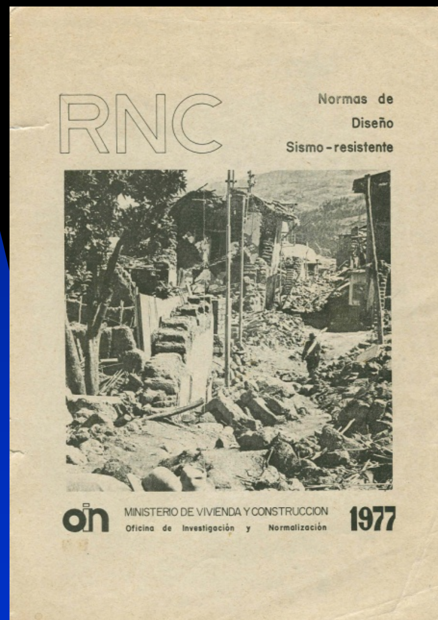
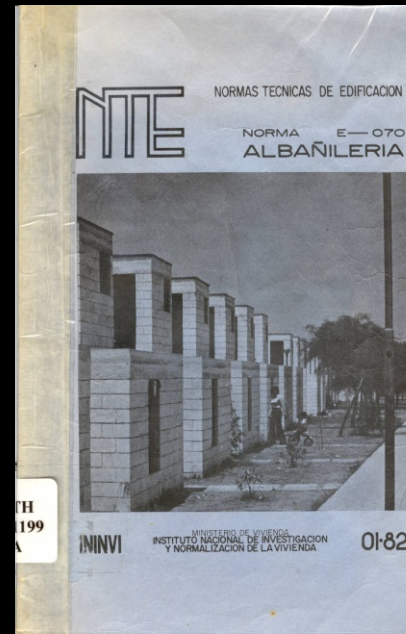
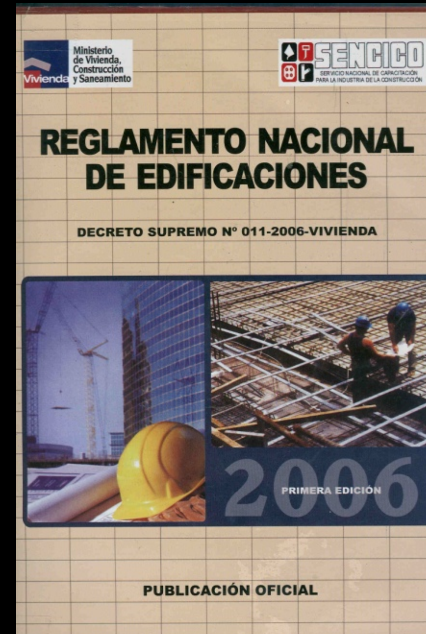
PROYECTO AID
CHICLAYO 5
7 MAR 83

PROYECTO AID
C,5 2
1-9-83


90 AÑOS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
PROYECTO AID
MURO PUC-ICHU 100-2
29-9-83 I

Normas de Diseño - Albañilería

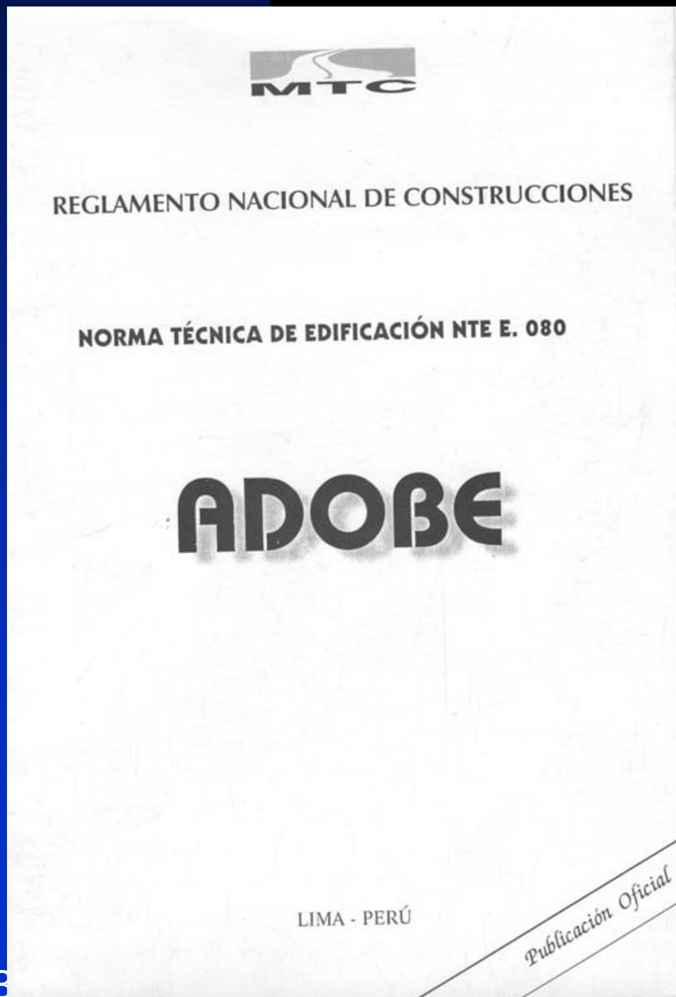
(E-070)

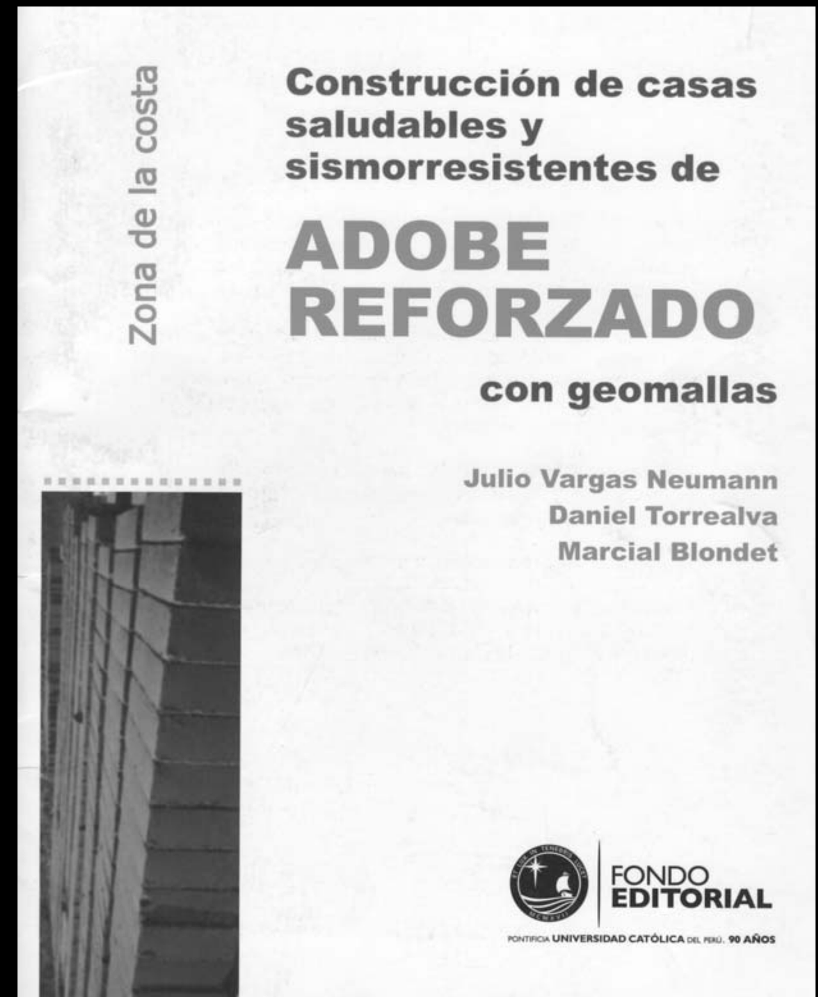
1970	1977	1982	2006
			

Norma de Adobe (E-080)

1987, 2000

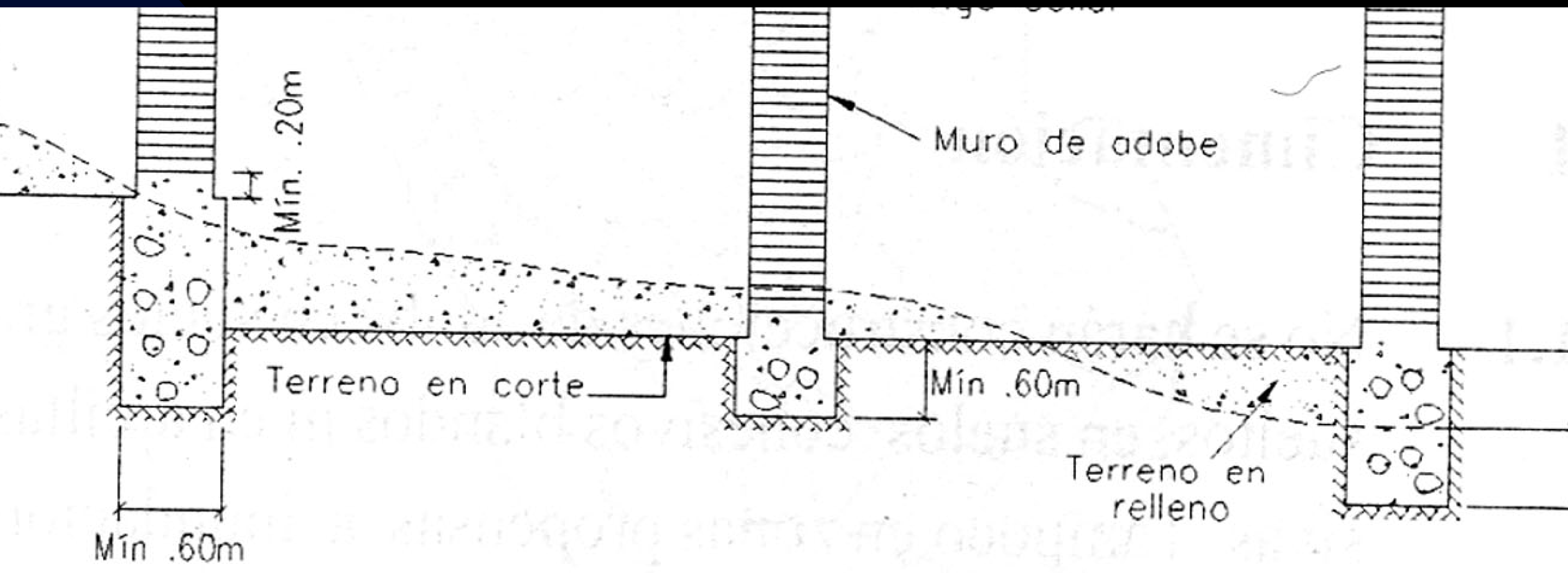
Cartilla 2007



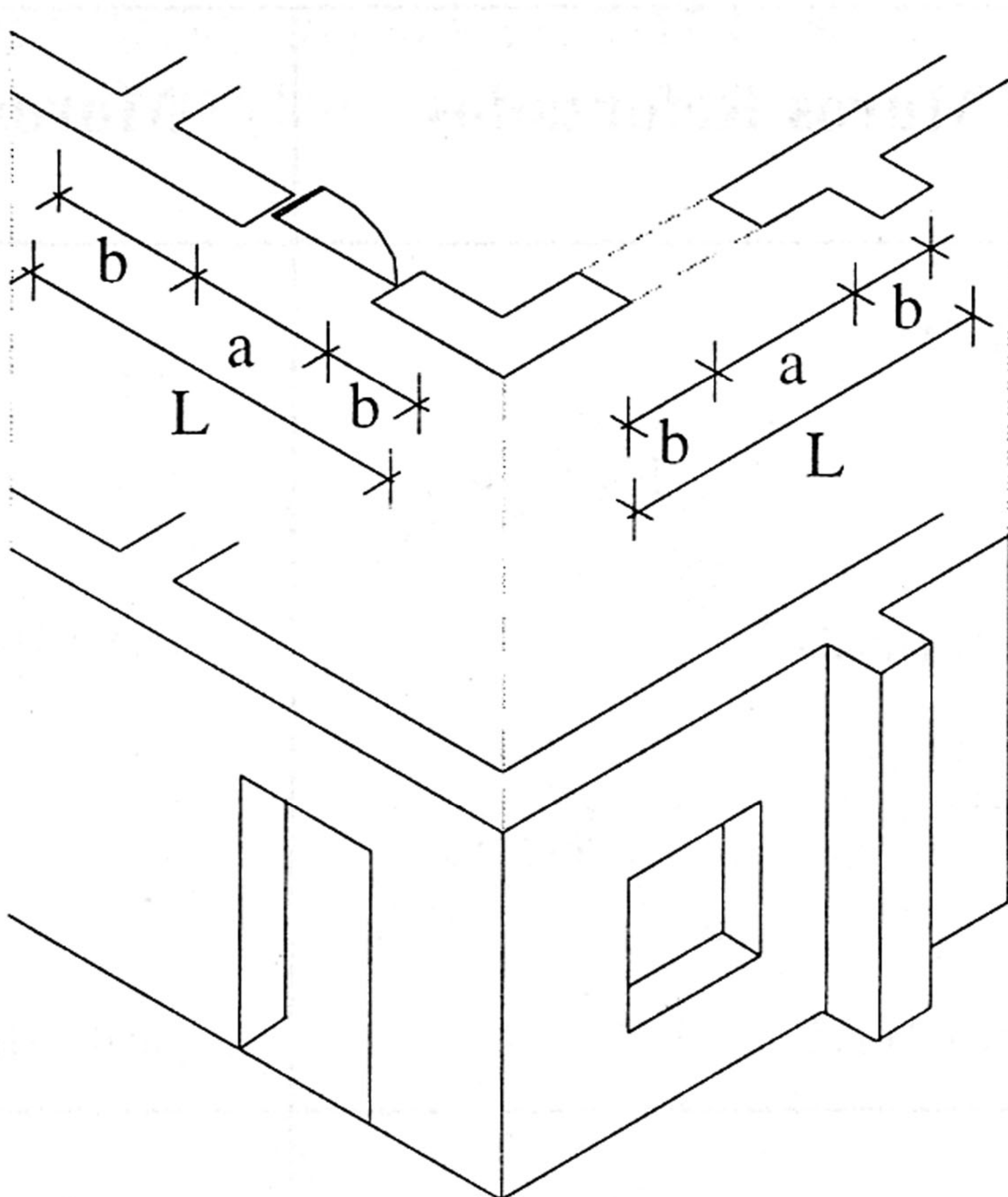


Parte 2 :

REPARACIÓN



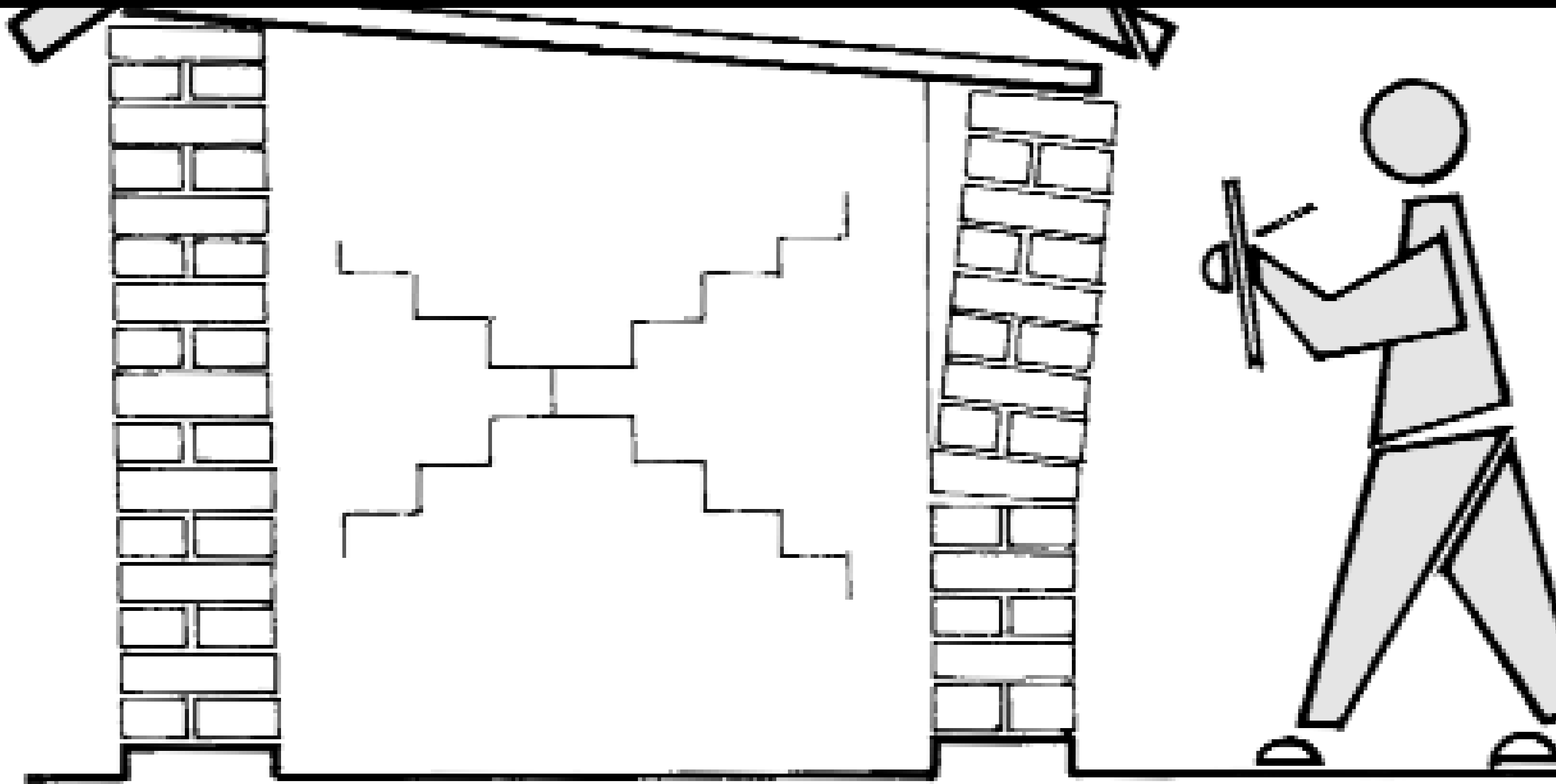
Cuidados en la **Cimentación**



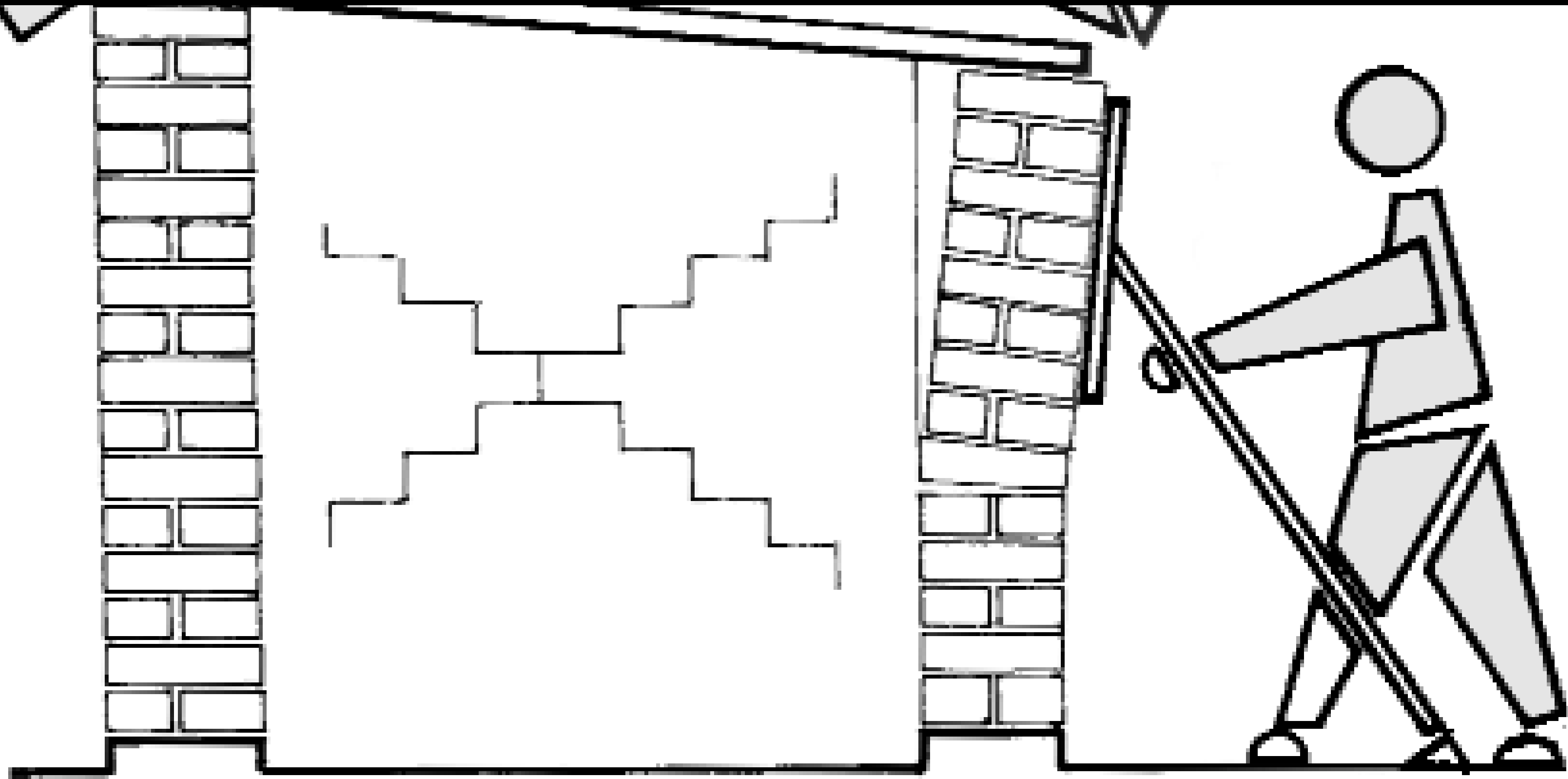
$a \leq L/3$

$3e \leq b \leq 5e$

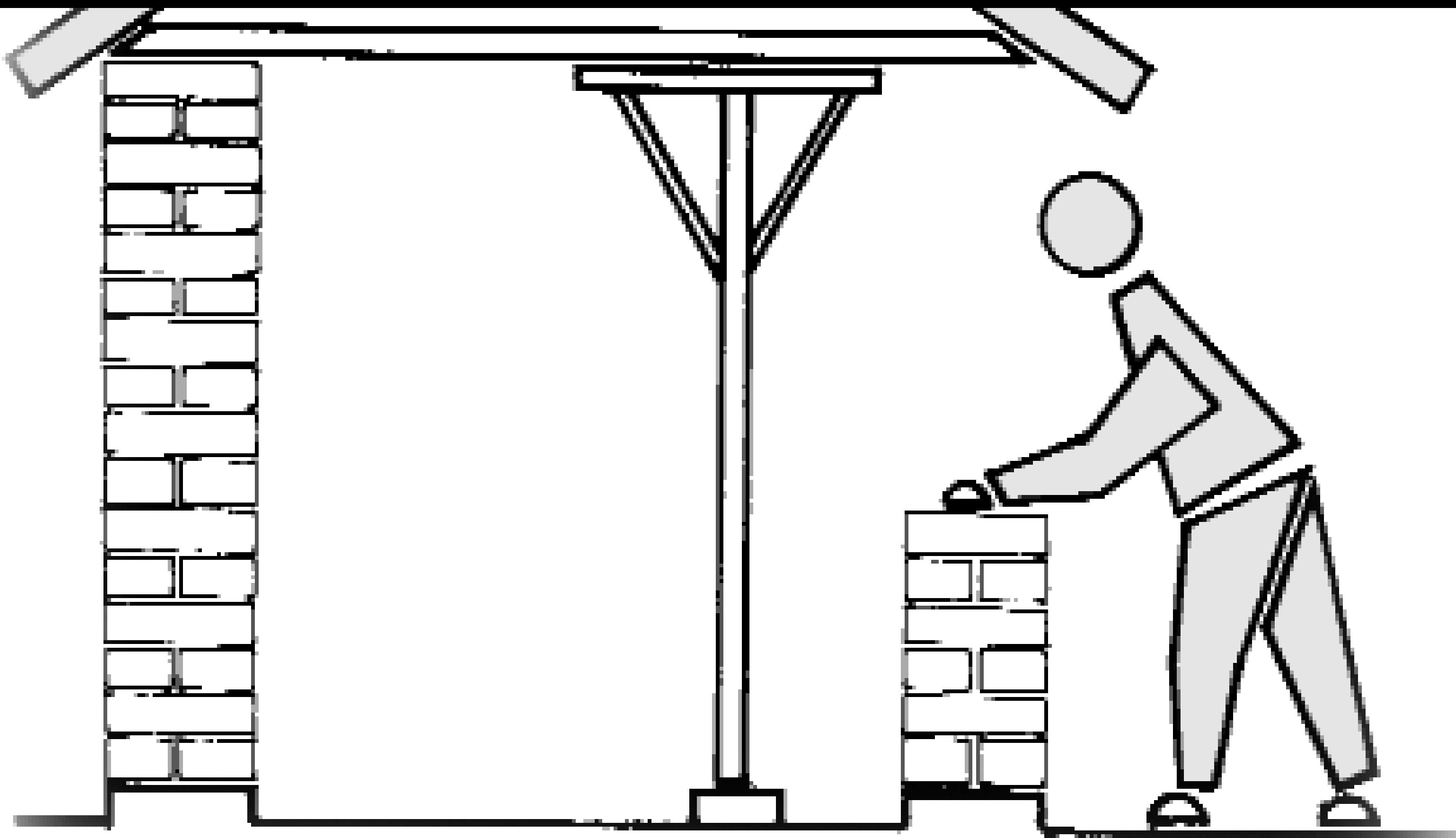
Dimensiones !!!



OBSERVAR !!!



APUNTALAR



REPARAR

NIVEL DE DAÑOS	PROCEDIMIENTO DE INTERVENCION
LEVES	•Resane de grietas y •Colocación de refuerzo
MODERADOS	•Resane de grietas •Desmontaje parcial y Reconstrucción de parte del muro, sin desmontar el techo •Colocación de refuerzo
GRAVES	•Reconstrucción de muros completos, puede necesitarse desmontar parcialmente el techo •Colocación de refuerzo
COLAPSO PARCIAL	•Reconstrucción de muros completos y techos •Colocación de refuerzo

a) Los muros deben tener Cimentación de concreto ciclópeo o similar, que proteja a los muros de la humedad del suelo

b) Los muros deben tener Espesores mínimos con relación a su altura:

30cm	altura hasta 2.40
40cm	altura hasta 3.20
50cm	altura hasta 4.00

PROCEDIMIENTO PARA **RESANAR**

GRIETAS:

Grietas < 1 cm

(Grietas > 1cm, son accesibles y fáciles de resanar)

PROPORCIÓN DE MORTERO PARA SELLAR GRIETAS

Tierra cernida : Yeso : Agua

Por cada 10 kg de tierra cernida,
2 kg de Yeso
3.5 Litros de Agua

1. Sellar con yeso cara de grieta

2. Inyectar agua por las boquillas

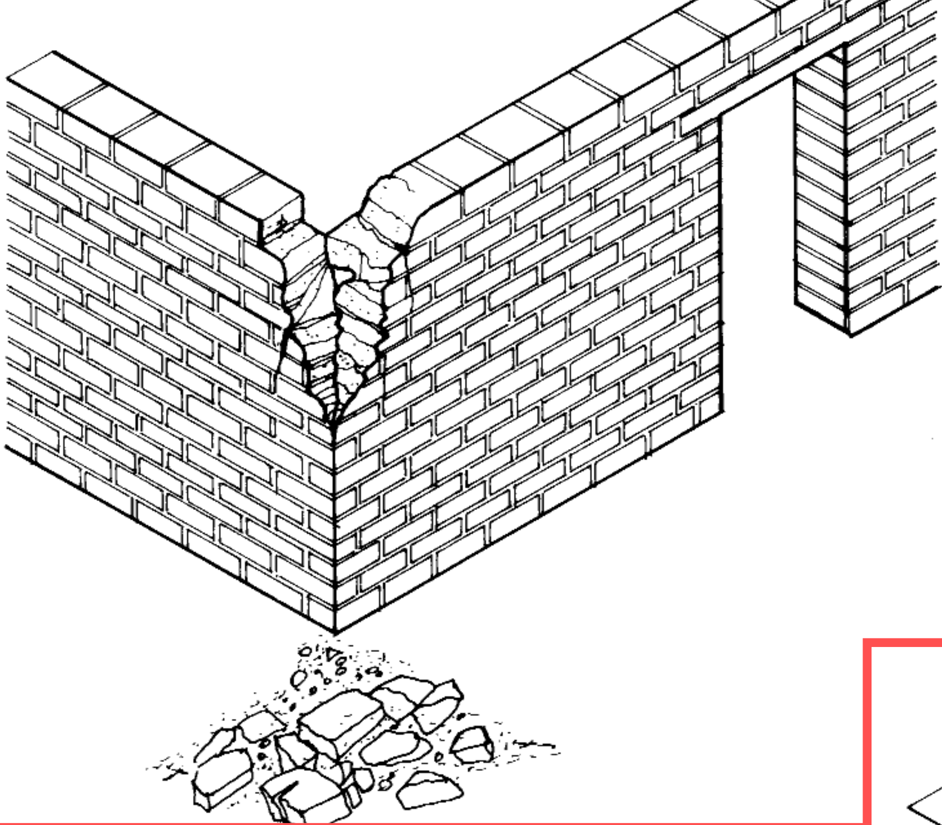
3. Inyectar el mortero fluido por las boquillas

4. Retirar el yeso de la cara y resanar con el mortero

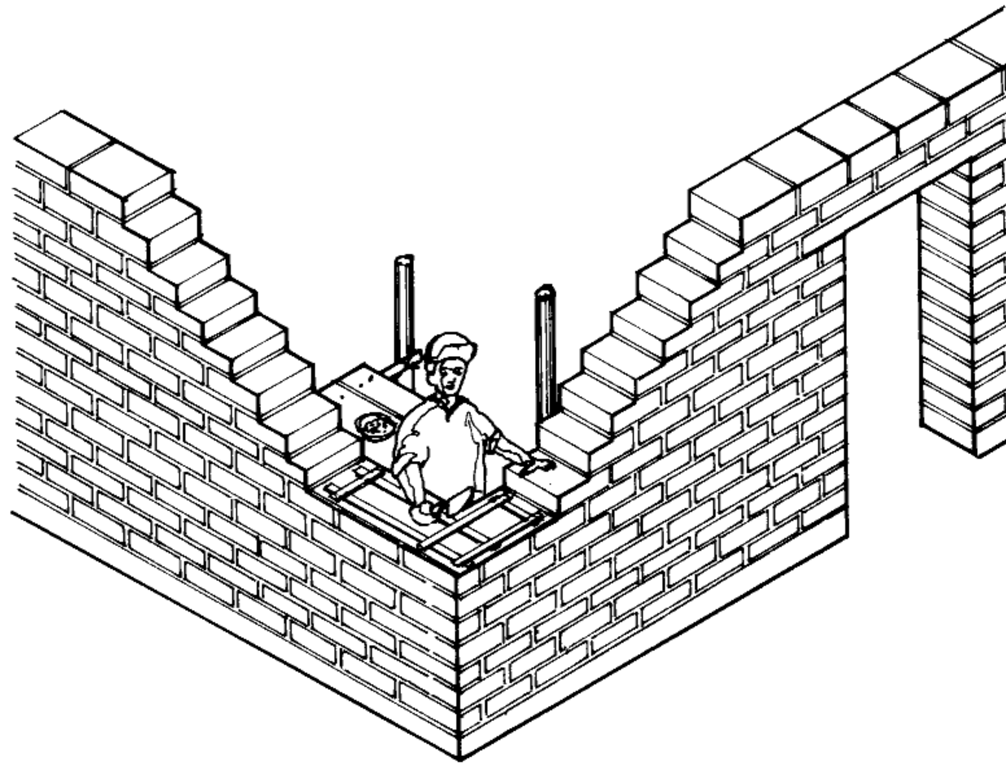
Herramientas para Resane de Grietas

Pistola para inyección de sellante

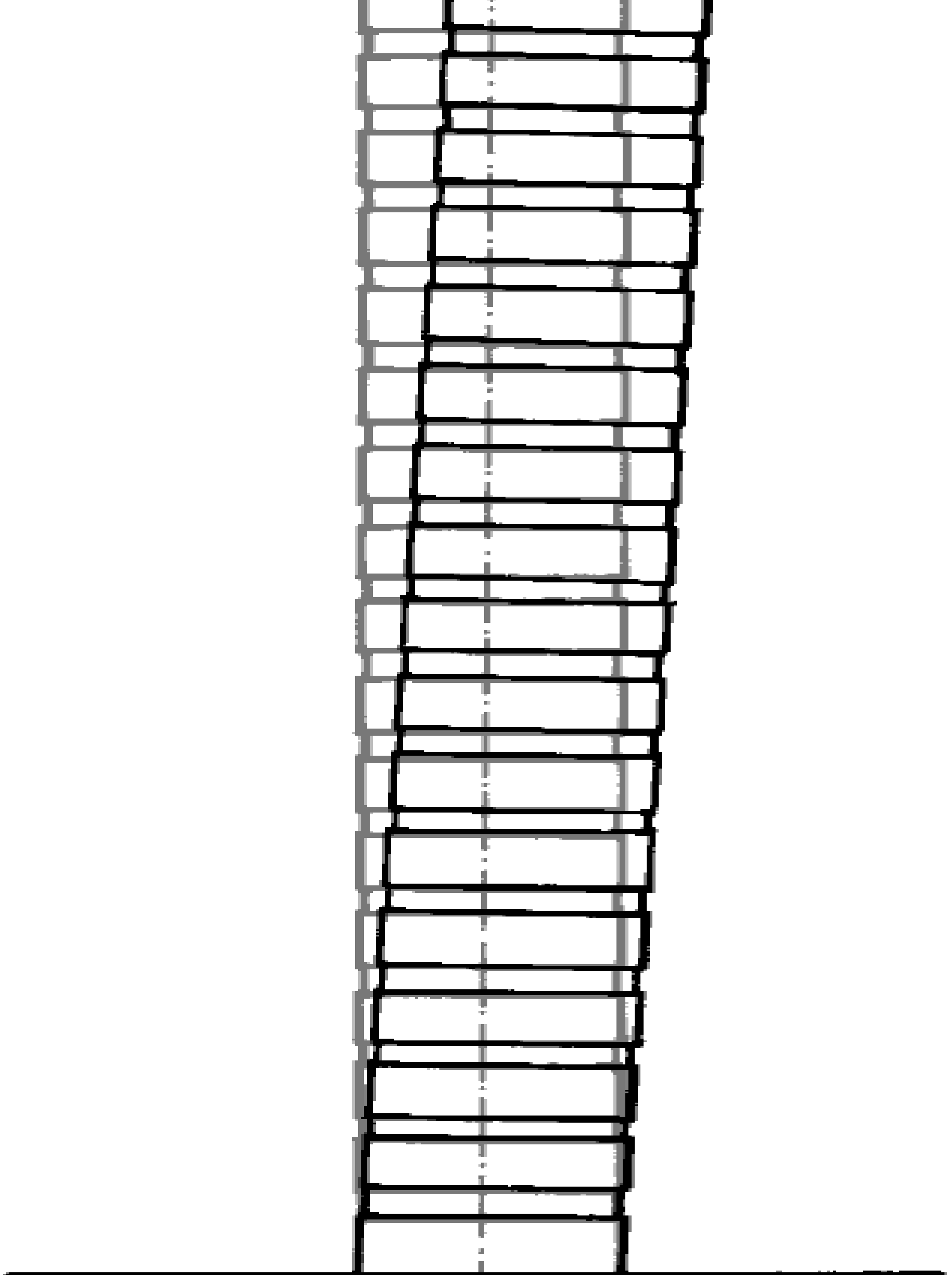
Cartucho vacío de silicona



Desmontaje y Reconstrucción Parcial o Total de Muros



Desplome de Muros



Ancho del muro	Desplome Aceptable	Desplome Máximo para Reparar
30cm	3cm	6cm
40cm	4cm	8cm
50cm	5cm	10cm

Parte 3 :

SISTEMAS DE REFUERZO EXTERNO

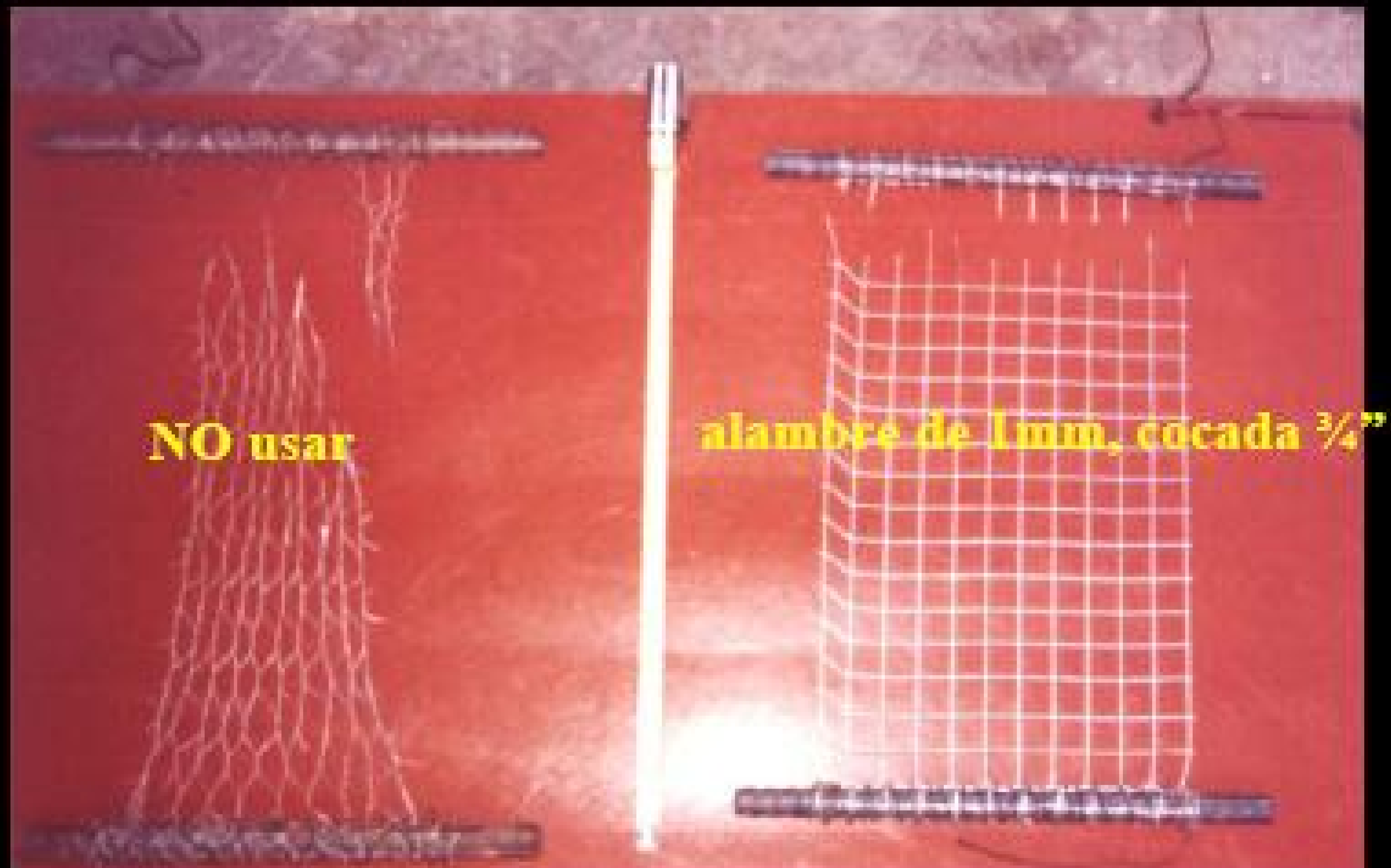
Parte 3 A:

REFUERZO CON MALLA ELECTROSOLDADA



29/11/2007 12:07

Reforzamiento de Viviendas de Adobe con Malla Electrosoldada Galvanizada



Malla de Gallinero

Resiste 220 kg/m, 8 veces más que la de gallinero

malla clavada

tarrajeo

0,45 m

conectores @ 0.5 m

0.45 m

0.45 m

malla

adobe

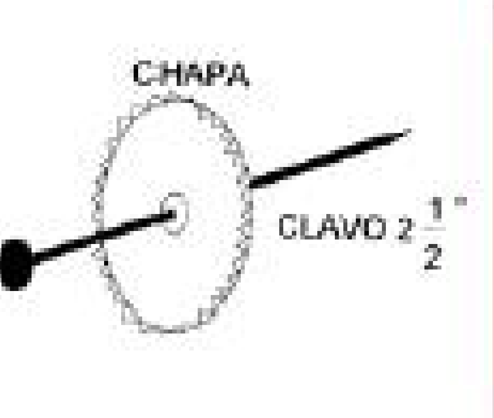
USAR REFUERZO EN FRANJAS SIMULANDO VIGAS Y COLUMNAS

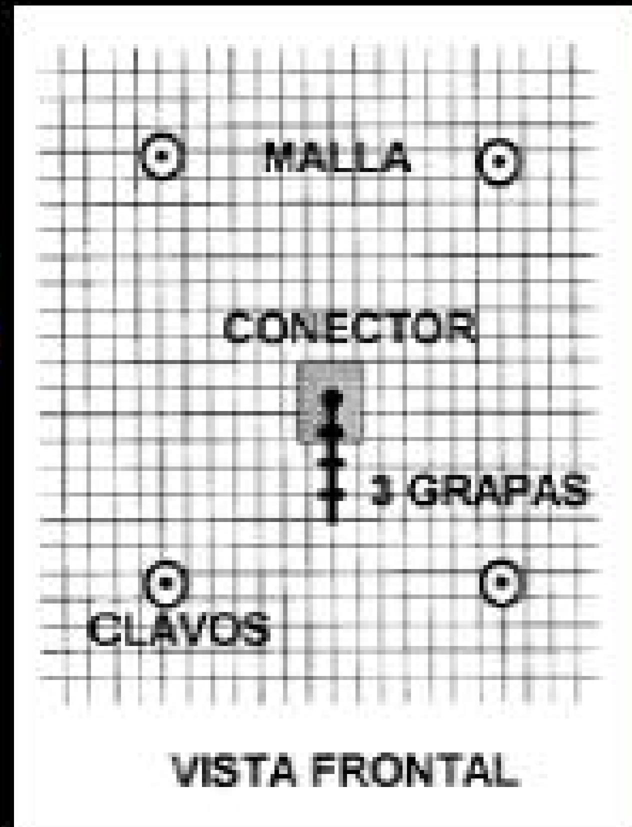
Rollo de Malla El.
Ancho = 90 cm
Largo = 30 a 50 m

PASO 2

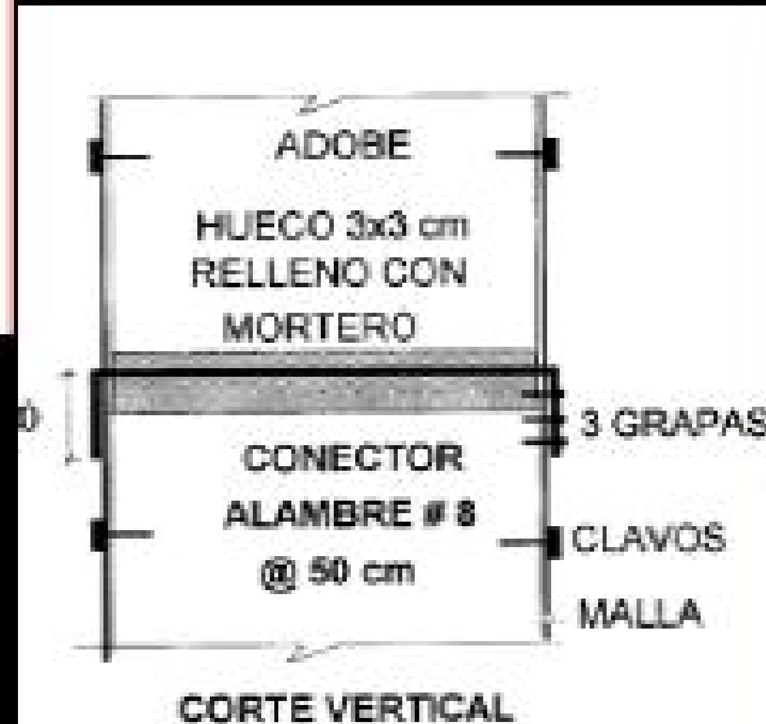
Perforaciones 5x5cm @ 50 cm







Puede emplearse madera o lata en vez de la chapa, y en vez de las grapas puede usarse chapas con 2 clavos.





La malla no necesita conectarse a la cimentación ya que la deformada del muro es por corte:

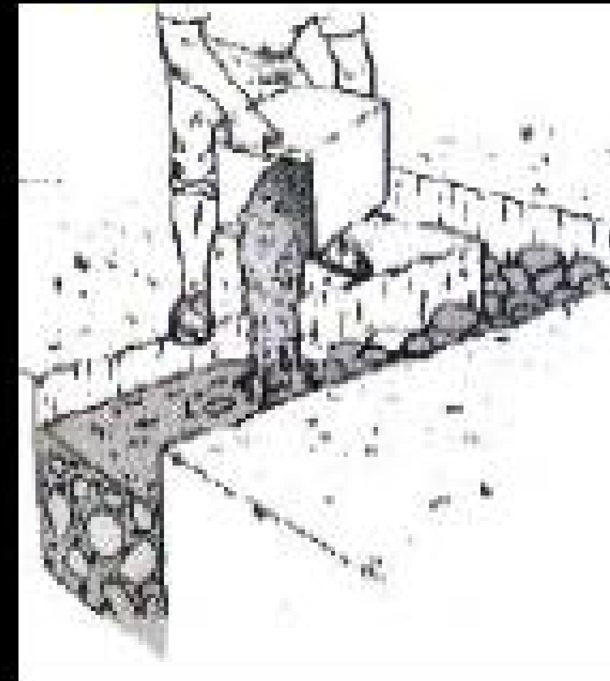


Sismo del Sur
23 de junio del 2001
Yacango, Moquegua



REFUERZO PARA VIVIENDAS NUEVAS
-PROYECTO COPASA-

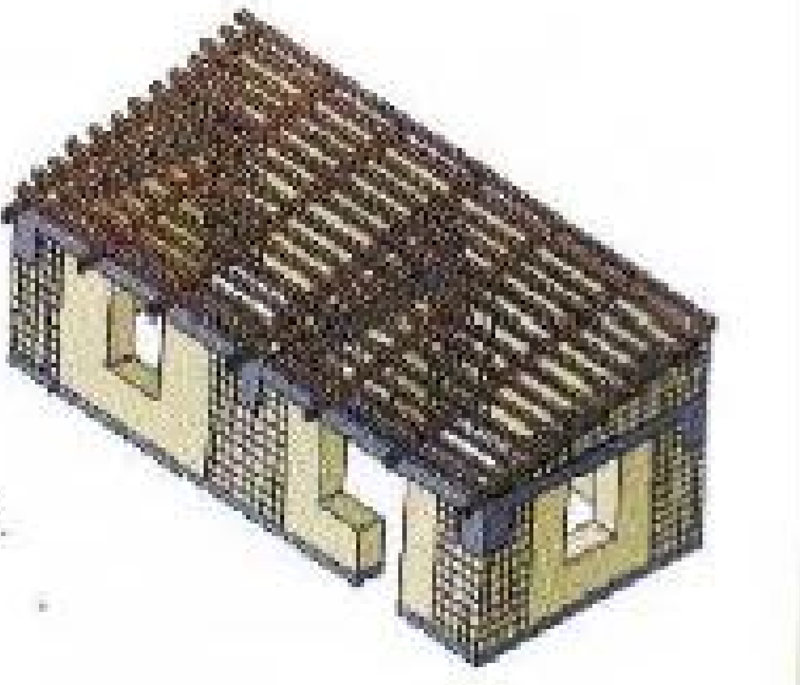
En el 2002 se construyeron 350 viviendas de adobe reforzado en la zona alto-andina de Arequipa.



- **Cimiento CC**
- **Solera de CA con dientes**



diente








Los conductos
para instalaciones
no deben empotrarse
en los muros

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

Parte 3 B:

REFUERZO CON MALLAS DE POLÍMERO

Paso 1

RETIRAR EL TARRAJEO DEL MURO





Paso 2

CORTAR LA MALLA Y **PRESENTARLA** EN EL MURO, POR AMBAS CARAS

GEOMALLA BIAXIAL






TENSAR

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

Paso 3

PERFORAR EL MURO CADA 30 a 40 cm HORIZONTAL Y VERTICALMENTE





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

Paso 4

CONECTAR LA MALLA DE UNO A OTRO LADO CON RAFIA









PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

Paso 4

TARRAJEAR EL MURO CON BARRO SOLO, BARRO CON CAL O CON YESO



ENSAYOS DE ESTRUCTURAS DE ADOBE CON REFUERZO DE GEOMALLA

Uso de Mallas de Polímero para Reforzamiento Sísmico (en Flexión) de Edificaciones Históricas de Adobe

MODELO ANTES DE SER ENSAYADO



MODELO REFORZADO



Muro Norte - Tarrajeado

POST
ENSAYO



EFFECTO DEL TARRAJEO



Lado Tarrajeado

Lado No Tarrajeado





Pontificia Universidad Católica del Perú
Departamento de Ingeniería

2006 - BÓVEDA NUBICA



NO
REFORZADA

REFORZADA

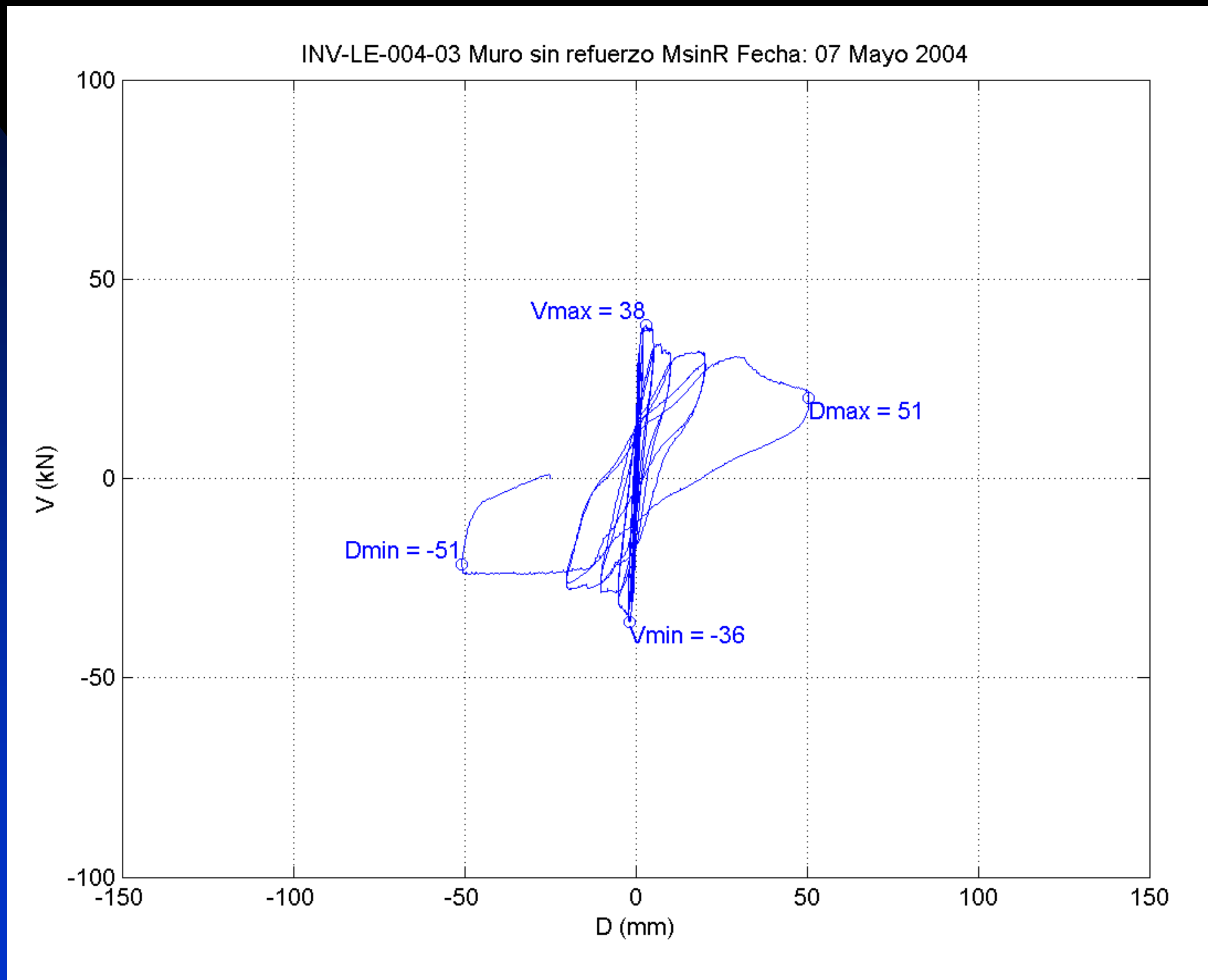




MURO PLANO – ENSAYO CÍCLICO DE CORTE



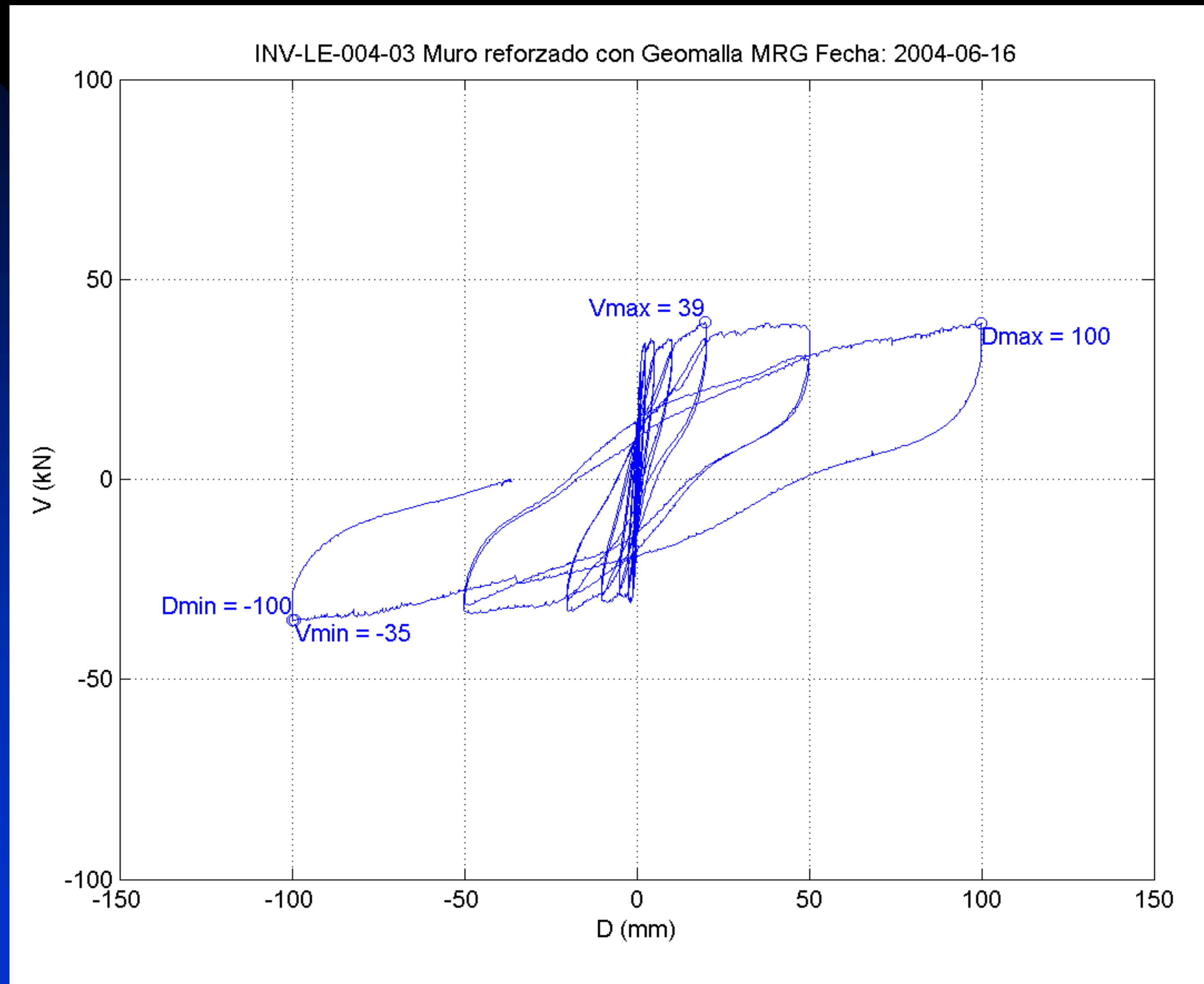
MURO PLANO – ENSAYO CÍCLICO DE CORTE



MURO REFORZADO Y NO - TARRAJEADO



MURO REFORZADO Y NO - TARRAJEADO



MURO REFORZADO Y TARRAJEADO




LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO : INF - 226-07
ENSAYO : CARGA LATERAL
MURO I
FASE 5 : 10 mm.
FECHA : 29/08/07


LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO: INF-226-07
ENSAYO CARGA LATERAL
MURO I
FASE 5 : 10 mm.
FECHA : 29/08/07


LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO : INF-226-07
ENSAYO CARGA LATERAL
MURO I
FASE 7 : 50 mm.
FECHA : 29/08/07


LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO : INF-226-07
ENSAYO : CARGA LATERAL
MURO I
FASE 8 : 100 MM.
FECHA : 29/08/07

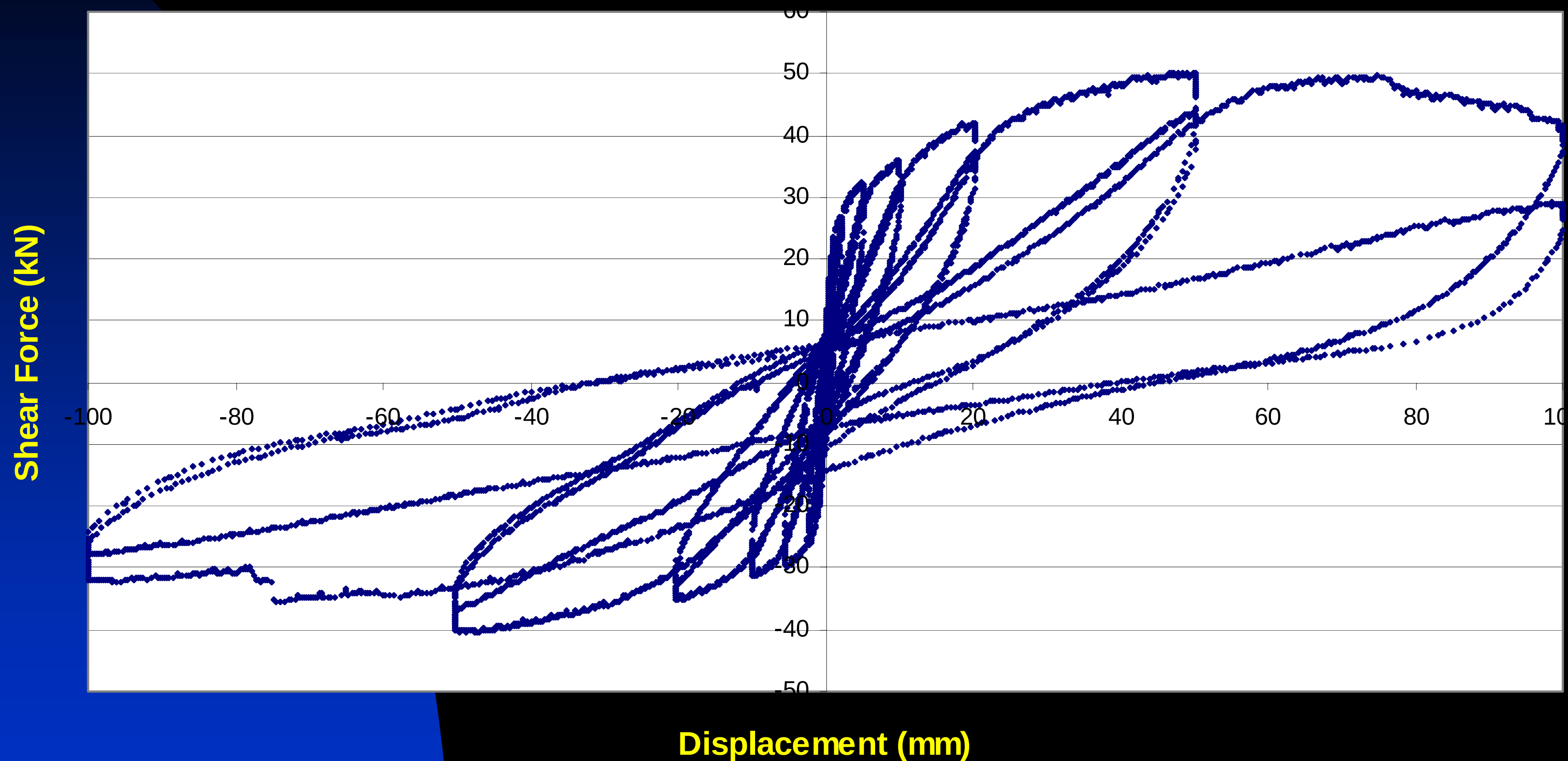

LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO : INF-226-07
ENSAYO CARGA LATERAL
MURO I
FASE 8 : 100 MM.
FECHA : 29/01/07


LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO : INF - 226-07
ENSAYO CARGA LATERAL
MURO I
FASE 8 : 100 MM.
FECHA : 29/08/07

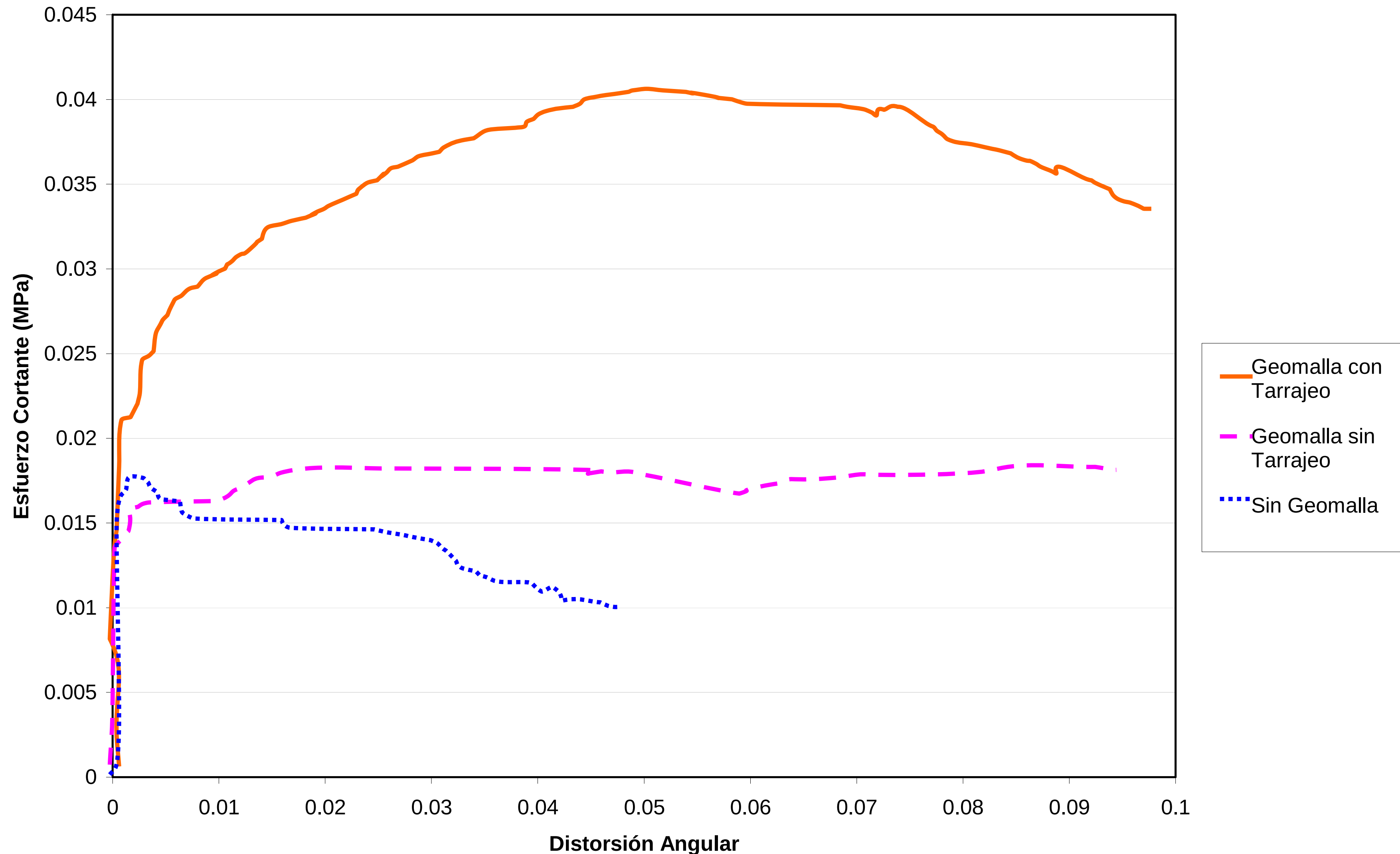

LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS
PROYECTO : INF-226-07
ENSAYO : CARGA LATERAL
MURO I
FASE 8 : 100 MM.
FECHA : 29/08/07


LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS
PROYECTO : INF - 226-07
ENSAYO CARGA LATERAL
MURO I
FASE 8 : 100 MM.
FECHA :

MURO REFORZADO Y TARRAJEADO



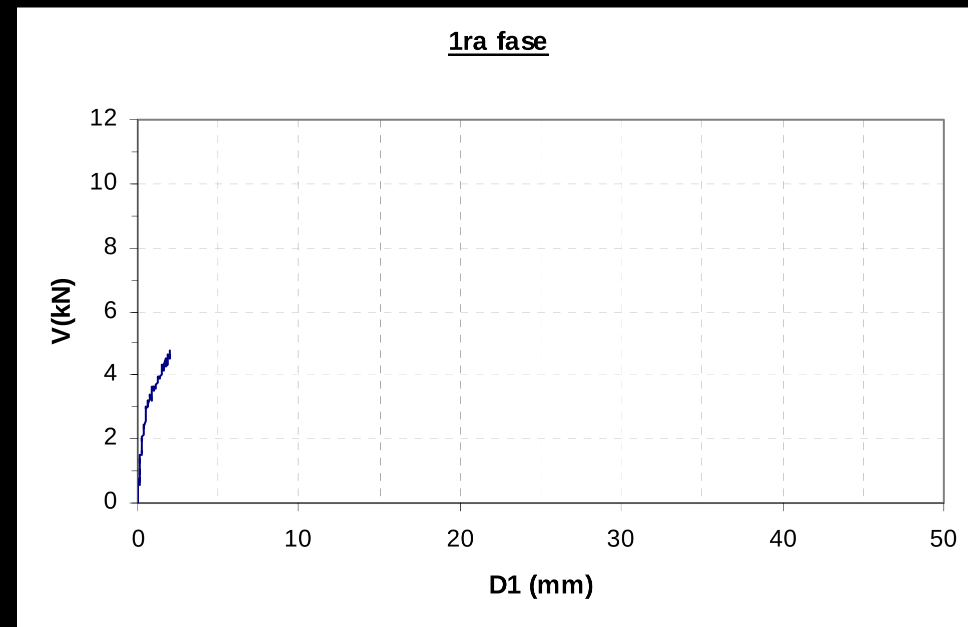
CURVAS ENVOLVENTES COMPARATIVAS



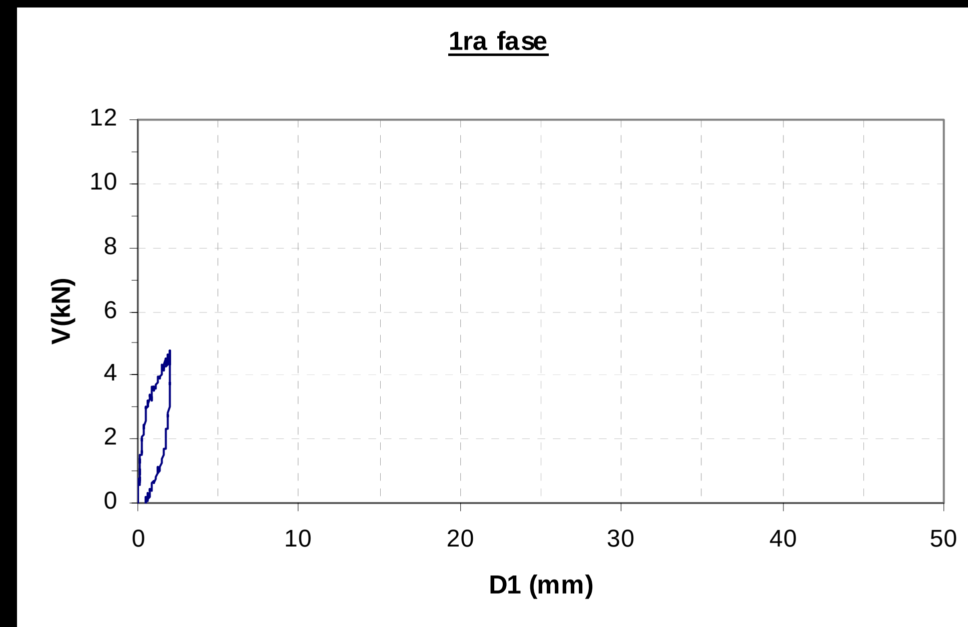
ENSAYO DE FLEXIÓN FUERA DEL PLANO

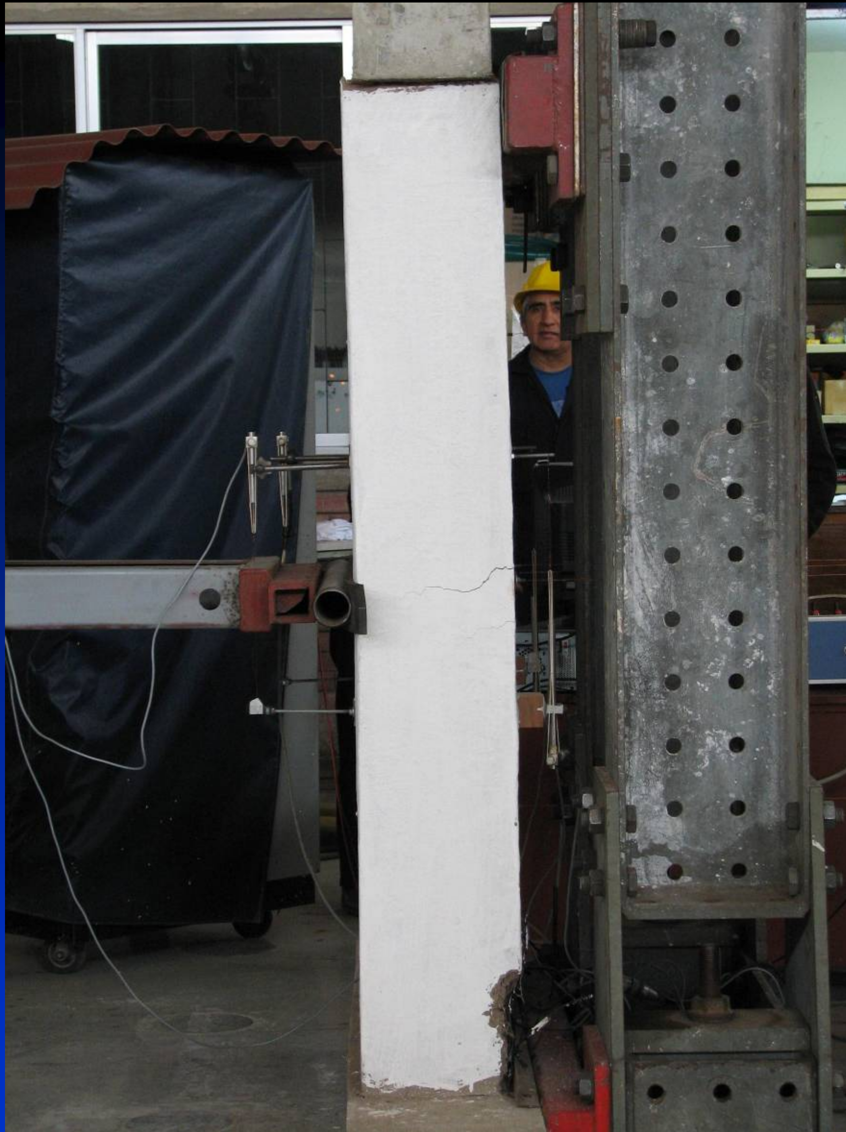
ENSAYO DE FLEXIÓN FUERA DEL PLANO

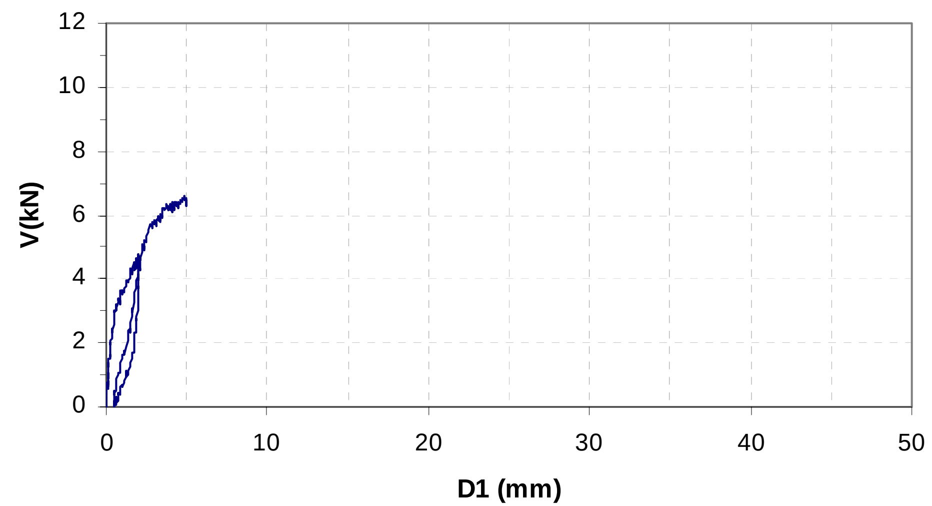






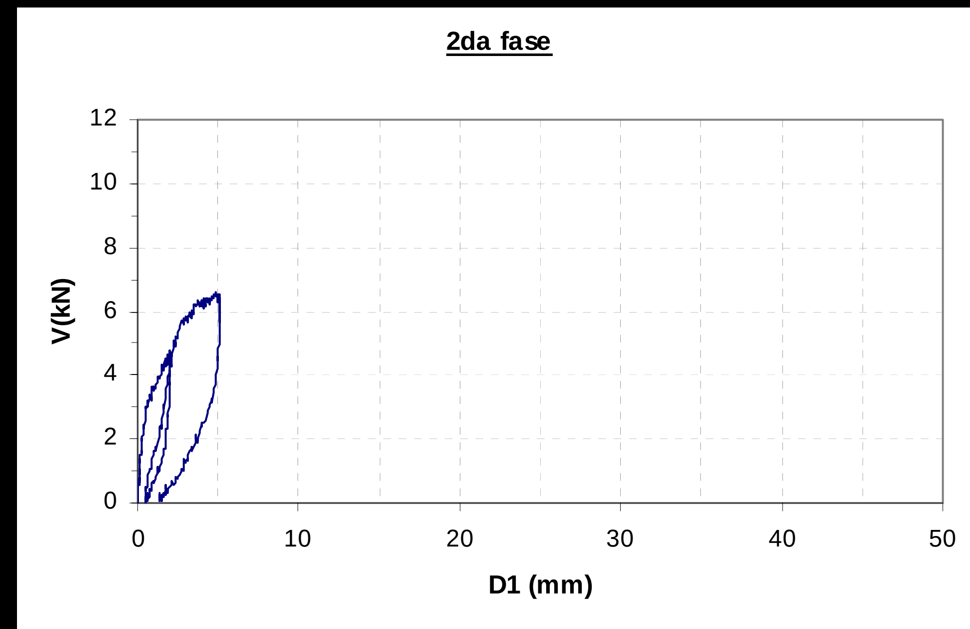

1ra fase
V(kN)
0
2
4
6
8
10
12
D1 (mm)
0
10
20
30
40
50



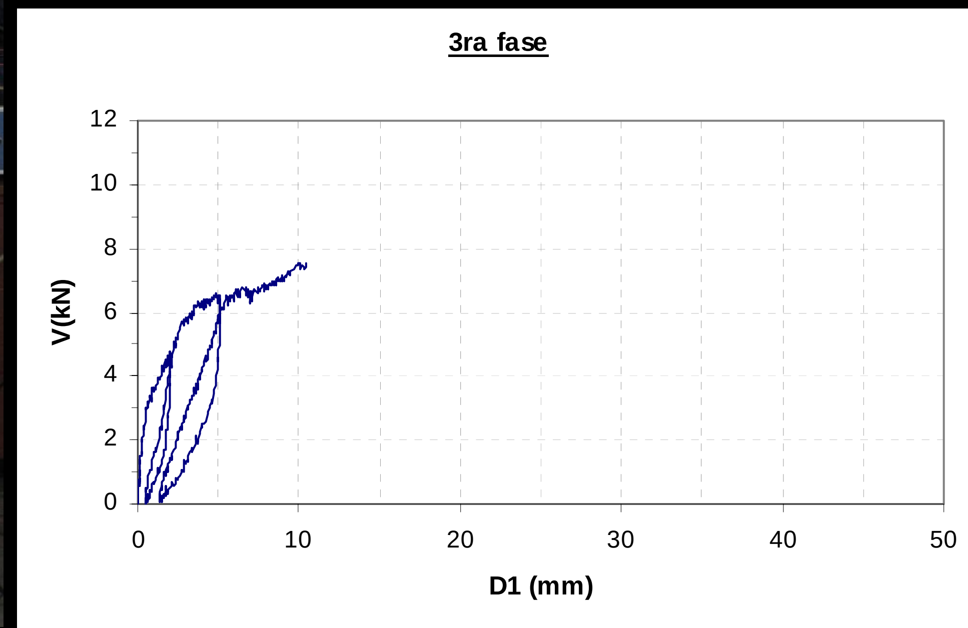


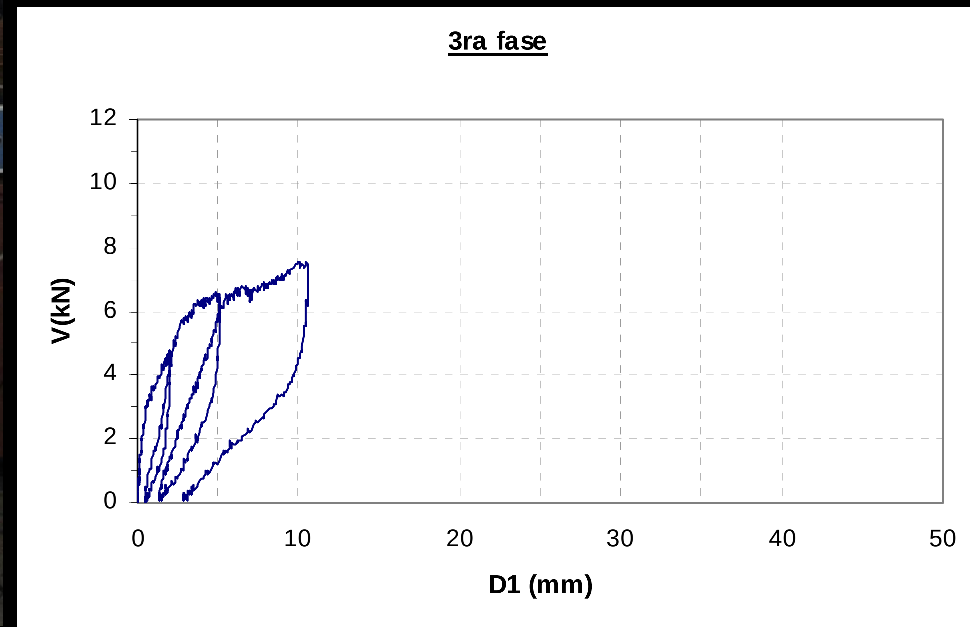
2da fase
V(kN)
0
2
4
6
8
10
12
D1 (mm)
0
10
20
30
40
50



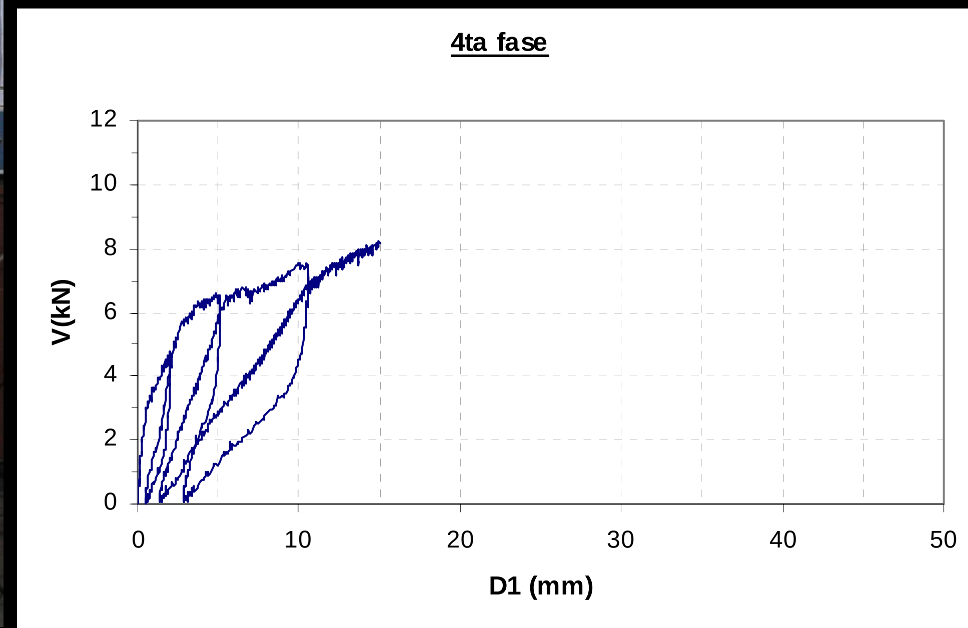


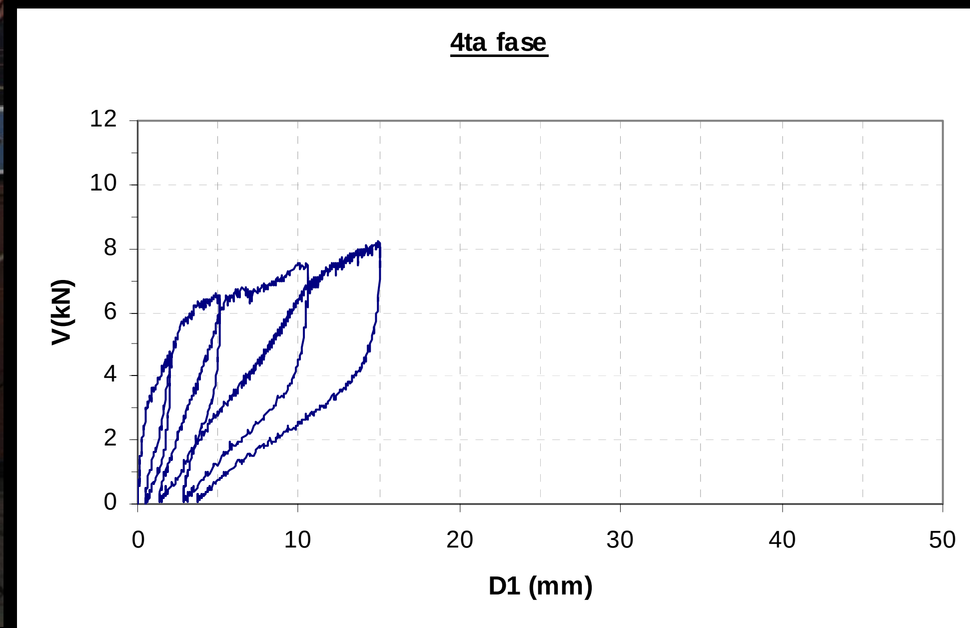
2da fase
V(kN)
D1 (mm)
0
2
4
6
8
10
12
0
10
20
30
40
50

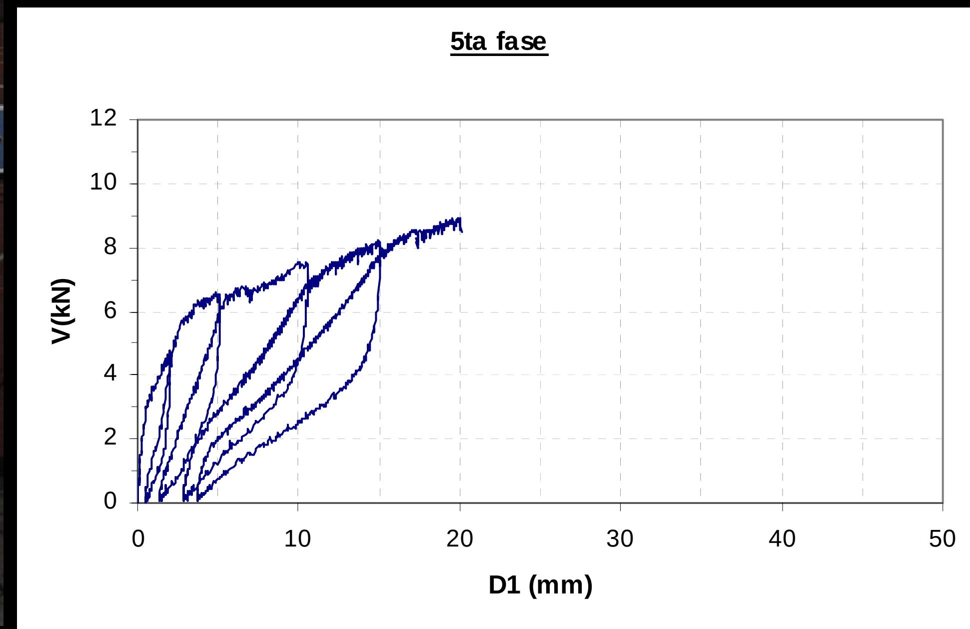

3ra fase
V(kN)
0
2
4
6
8
10
12
D1 (mm)
0
10
20
30
40
50

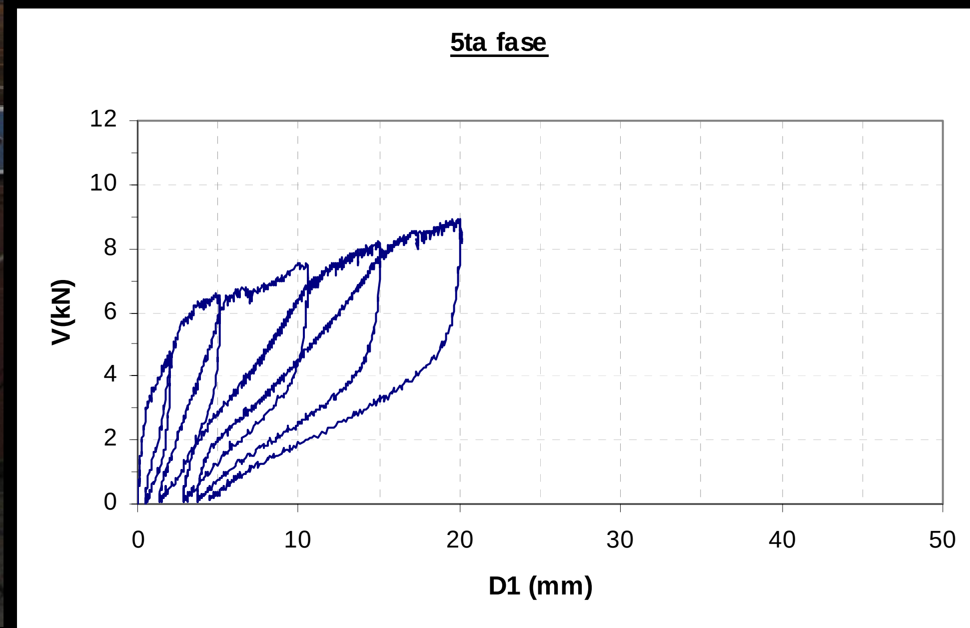


3ra fase
V(kN)
D1 (mm)
0
2
4
6
8
10
12
0
10
20
30
40
50


4ta fase
V(kN)
0
2
4
6
8
10
12
D1 (mm)
0
10
20
30
40
50

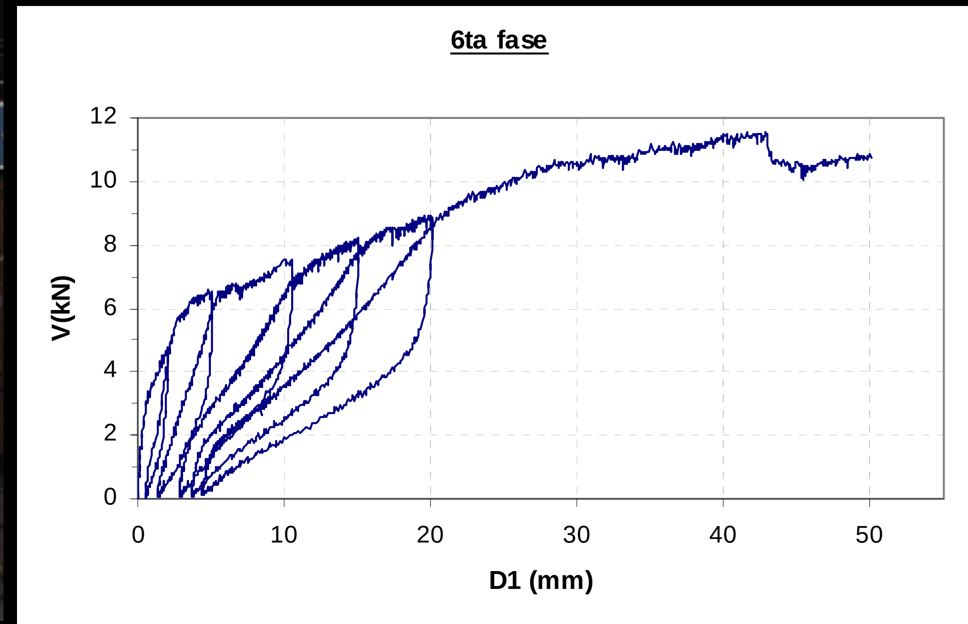

4ta fase
V(kN)
0
2
4
6
8
10
12
D1 (mm)
0
10
20
30
40
50


5ta fase
V(kN)
D1 (mm)
0
2
4
6
8
10
12
0
10
20
30
40
50



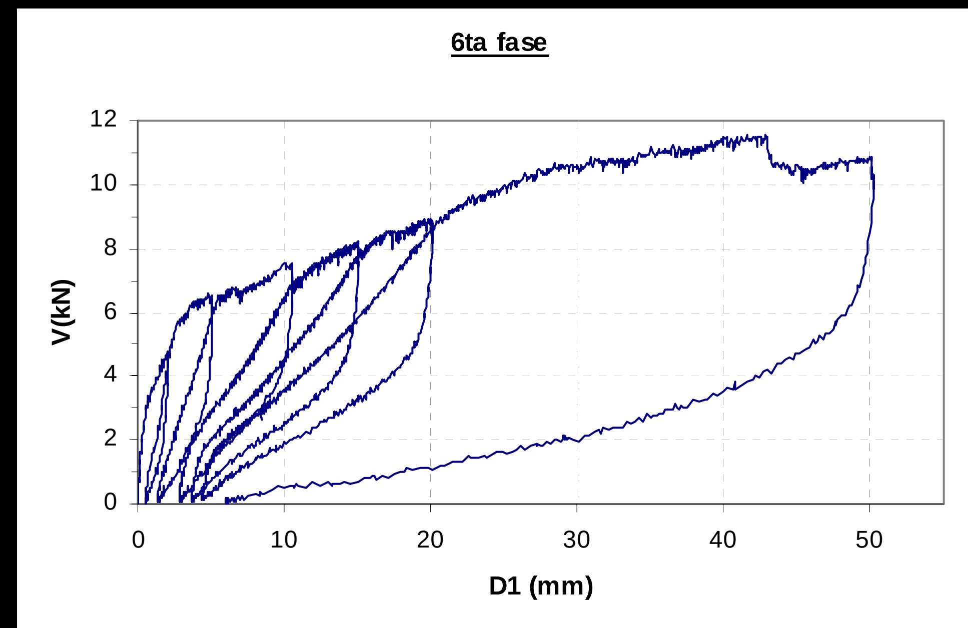
5ta fase
V(kN)
12
10
8
6
4
2
0
0
10
20
30
40
50
D1 (mm)





6ta fase
V(kN)
D1 (mm)
0
2
4
6
8
10
12
0
10
20
30
40
50

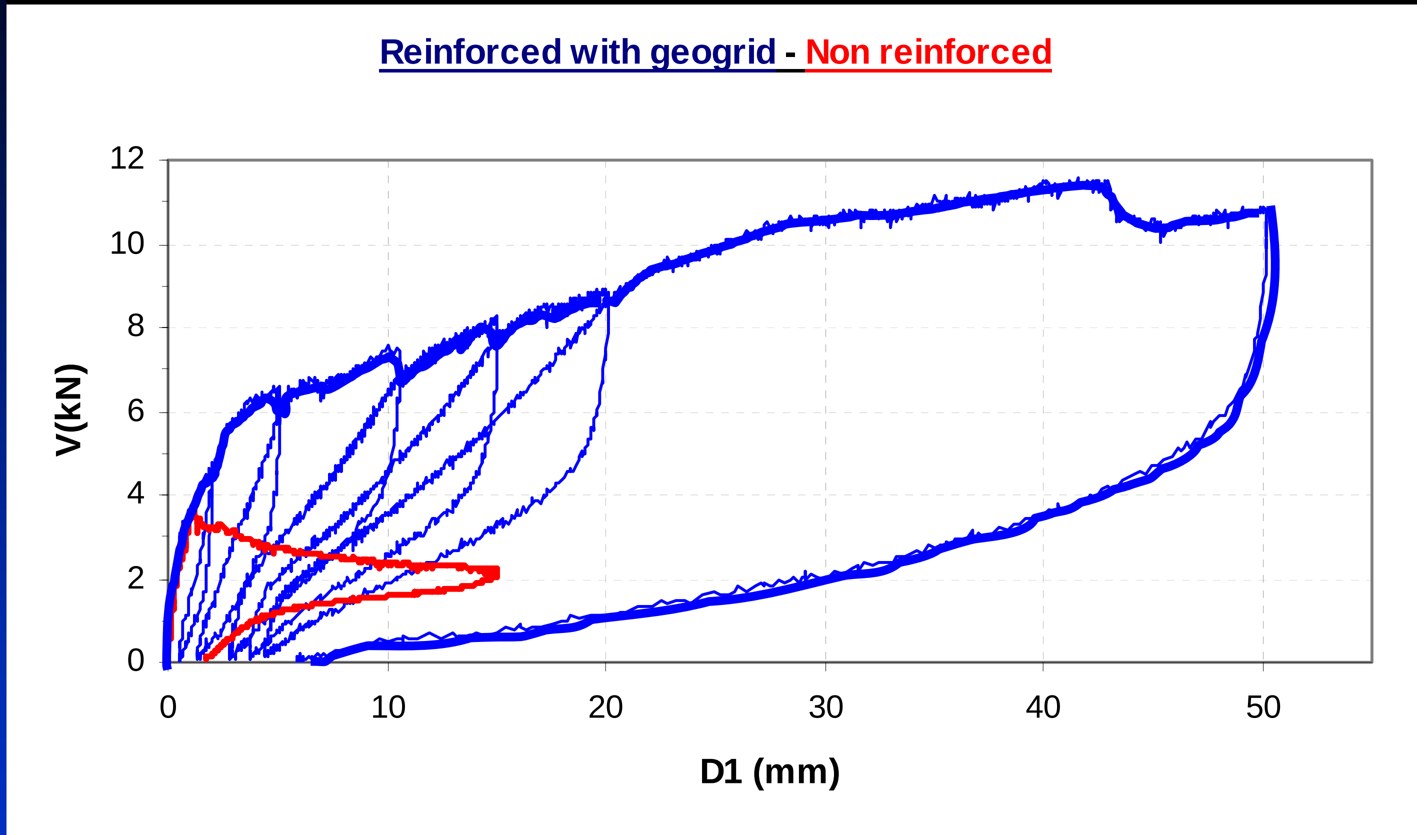




6ta fase
V(kN)
D1 (mm)
0
2
4
6
8
10
12
0
10
20
30
40
50

ENSAYO DE FLEXIÓN FUERA DEL PLANO

CURVAS COMPARATIVAS



CONCLUSIONES

- Las mallas de refuerzo externo es compatible y efectiva en la reducción drástica de la vulnerabilidad sísmica de las construcciones de tierra. Las geomallas biaxiales, por sus características de compatibilidad con el suelo natural, su alta resistencia a la tracción, su flexibilidad y su durabilidad, la hacen muy apropiada para ser usada como sistema de refuerzo en las construcciones de tierra.



CONCLUSIONES

- Las Geomallas embebidas en el mortero del tarrajeo de los muros de adobe, crean un material compuesto, provisto de resistencia a la tracción y capacidad de desplazamiento importante, que hacen posible ahora, desarrollar expresiones de ingeniería para calcular la capacidad en corte y flexión de los muros de adobe reforzado, para diferentes tipos de geomalla.

Avances recientes ...

CARTILLA DE DIFUSIÓN

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ 90 AÑOS

.... Gracias